“Carros
e
Alto-falantes”

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 5

AO LEITOR:

Este trabalho não tem a pretensão de ser um tratado filosófico-cientifico, mas sim um instrumento capaz de fornecer informações objetivas e práticas sobre sonorização automotiva para que o leitor possa sair do empirismo que cerca nosso mercado. Espero que achem a leitura interessante e prazerosa.

Marcello Lacerda de Almeida

IMPORTANTE:

Nota: O texto a seguir é um breve resumo do conteúdo da apostila. Todos os tópicos, capítulos e subtítulos foram severamente recortados. O capitulo 6 é o único que se apresenta na íntegra.

CAPÍTULO 1

FREQÜÊNCIA

Para que seu conhecimento em som automotivo possa ser aumentado (substancialmente, eu espero) você deve aprender – antes de sair por aí instalando equipamentos de áudio – o básico sobre freqüência, amplitude, etc.. É a única maneira de dar uma base sólida (prometo que não serei maçante nesta parte) de modo que todos os tópicos do livro possam ser devidamente compreendidos.

De uma maneira bastante simples, som pode ser definido...

AMPLITUDE

Amplitude é o valor máximo na variação de intensidade que a representação do...

COMPRIMENTO DE ONDA

(Visto que a velocidade do som ao nível do mar apresenta pequenas variações em função da temperatura ambiente, resolvi adotar um valor de +3 graus Celcius, apenas para efeito de cálculo. A esta temperatura, a velocidade de propagação do som na atmosfera é de 333 m/s, pois: **V = 20,06 . (273 + temperatura em graus Celcius)$^{1/2}$, então: V = 20,06 . 16,61 .: V = 333m/s**)

O comprimento de uma onda é definido como sendo...

HARMÔNICOS

No mundo real uma onda sonora, também chamada de onda fundamental, sempre vem acompanhada de vários harmônicos que são justamente freqüências...

DECIBEL

A unidade utilizada para medir as diferenças de intensidade ou amplitude dos sons é chamada de bel e como cada unidade de Bel é dividida em 10 (dez) partes temos o

décimo de bel, ou melhor, o decibel (dB, de forma abreviada). Assim, 1Bel = 10dB (e analogamente, 0,1 Bel = 1dB).

Alexander G. Bel procurava a cura para a surdez de sua esposa e pesquisando profundamente sobre o funcionamento do ouvido humano descobriu que este reage aos estímulos sonoros de forma ...

CAPÍTULO 2

FUNCIONAMENTO DE UM ALTO-FALANTE

Existem alto-falantes baseados num ou noutro princípio da física para a transformação de energia elétrica em som e a maioria (99,99%) baseia-se no princípio eletrodinâmico, portanto, creio que não faz sentido explicar o funcionamento de alto-falantes que utilizem outro princípio. A **figura 11** mostra um alto-falante do tipo eletrodinâmico em corte. Como pode-se notar, é exatamente o mesmo alto-falante que vem no lugar original dos carros novos; o mesmo que se compra em qualquer loja de som e o mesmo que existe dentro das caixas acústicas do sistema de som de sua casa... enfim, é o alto-falante que estamos acostumados a ver em qualquer lugar.

Fonte: Diamond Audio

Figura 1

Como vimos há pouco, o ouvido humano é capaz de captar sons com ...

PARÂMETROS - THIELE-SMALL

Décadas atrás, dois engenheiros australianos - Neville Thielle e Richard Small – os quais foram pioneiros no estudo de caixas acústicas do tipo Bass Reflex (caixa refletora de graves ou caixa dutada) desenvolveram uma metodologia e criaram uma padronização para medição de parâmetros elétricos e mecânicos de alto-falantes. Isto foi de vital importância pois permitiu que caixas acústicas passassem a ser calculadas matematicamente (antes tudo era muito empírico). Com a criação desses parâmetros, foram desenvolvidos até softwares para cálculo de litragem e simulação de resposta de caixas acústicas como o X2Premier. Ter em mãos estes parâmetros é de fundamental importância para a confecção de uma caixa acústica.

A seguir temos alguns parâmetros Thiele-Small e o significado de cada um...

COMO LEVANTAR ALGUNS PARÂMETROS T/S DE UM SUBWOOFER

Como proceder quando um subwoofer não possui (ou não informa) os parâmetros T/S básicos? Bom, minha primeira sugestão é abandonar o subwoofer e tentar com outro... mas isto nem sempre é possível. Então somos obrigados a levantar alguns parâmetros T/S para ter uma idéia do que se está construindo, ou seja, como deve se comportar o sub numa caixa acústica. Basicamente precisamos de apenas três parâmetros para pegar a calculadora e começar a projetar uma caixa (ou fazer simulações em softwares especializados - claro que alguns softwares pedem maior quantidade de informações, mas esses três parâmetros já permitem simulações básicas para caixas seladas e dutadas na maioria dos softwares). São eles...

ANATOMIA DE UM ALTO-FALANTE

No mundo do áudio os alto-falantes representam uma das poucas peças que praticamente não tiveram muita modificação em suas características de funcionamento em comparação com as primeiras peças produzidas. Tivemos um brutal avanço na tecnologia de materiais para os alto-falantes, tais como ímãs de neodímio; cone de polipropileno, kevlar e até cerâmica. Carcaças em alumínio e titânio, bobinas com fio de seção quadrada, etc. Cada peça que compõe um alto-falante evoluiu muito nestes últimos anos mas a essência de construção e funcionamento permanece a mesma desde sua invenção. O que temos hoje são peças que apresentam boa qualidade de reprodução de áudio a baixo custo. Por outro lado, o desenvolvimento de materiais nobres possibilitou que a indústria encontrasse um

---

O MOTIVO PARA OS DIVERSOS TAMANHOS

Um único alto-falante não é capaz de reproduzir sozinho a ampla faixa de freqüências audíveis aos seres humanos (20 Hz – 20 kHz). Baixas freqüências necessitam de alto-falantes com cone de grande diâmetro enquanto que altas freqüências podem ser reproduzidas por pequenos cones.

Para reproduzir sons graves, médios e agudos precisamos de alto-falantes com ...

TAMANHO VS. RESPOSTA DE FREQÜÊNCIA DOS ALTO-FALANTES

Veremos a seguir quais os tamanhos de alto-falantes mais indicados para a reprodução de determinadas faixas de freqüências...

IMPEDÂNCIA

Chegamos a um assunto tão complexo que pode-se, certamente, escrever um livro inteiro a respeito... Para um estudo mais profundo sobre impedância de um alto-falante é necessário transmitir uma boa base sobre física (particularmente em mecânica, eletromagnetismo e acústica) e deixar o leitor mais familiarizado com conceitos tais como: reatância; resistência; ressonância; etc..

ASSOCIAÇÕES DE ALTO-FALANTES

Existem apenas três tipos de ligações:

1 - Paralelo
2 - Série
3 - Série-Paralelo

Estas ligações têm como objetivo fazer com que a impedância resultante da associação seja compatível com a impedância mínima de trabalho do amplificador para que se possa extrair sua potência máxima, sem risco de ...

LIGAÇÕES EM PARALELO

O objetivo, ao associarmos alto-falantes em paralelo, é fazer com que o valor ...

LIGAÇÃO EM SÉRIE

Na ligação em série, o objetivo é fazer com que o valor ...

LIGAÇÃO EM SÉRIE-PARALELO

Em alguns casos pode ser que se depare com uma grande quantidade de alto-falantes. Se os associar em série ou em paralelo não obterá um resultado satisfatório no que diz respeito ao valor da impedância resultante. O que fazer?

BOBINAS DUPLAS

Para compreendermos perfeitamente o que vem a ser e para que serve um alto-falante de bobina dupla vejamos, primeiro, o que é um alto-falante de bobina simples: A bobina simples é composta por um único fio enrolado em uma fôrma cilíndrica, de maneira que as duas extremidades desse fio são conectadas diretamente a um único conjunto de terminais (positivo e negativo) no alto-falante. (veja a **figura 24**).

Este fio, ao receber uma corrente elétrica, faz com que...

CAPÍTULO 3

O QUE É QUALIDADE DE SOM

Tenho convicção de que gosto não se discute mas qualidade de som sim (e muito). O estilo musical preferido varia muito de indivíduo para indivíduo. Alguns preferem ouvir Michael Jackson, Sade, Madonna, Destiny´s Child, enquanto outros preferem Tchaikovsky, Bach, Bethoven. Enfim há músicas para todos os gostos. Mas seria possível discutir a qualidade de som nesses estilos musicais? A resposta é sim!

Podemos trocar experiências e discutir sobre a qualidade de som, mesmo que os estilos musicais sejam variados. Vamos tentar abordar o assunto de maneira simplificada. Acredito que num primeiro ponto podemos concordar que para um sistema de som automotivo ser considerado bom, ele deverá...

COMO CALIBRAR OS OUVIDOS

Antes de começarmos com o tópico vou dar uma dica de ouro que aprendi muitos anos atrás e, com certeza irá ajudá-lo a compreender melhor as explicações daqui em diante.

Se é uma dessas pessoas que costumam regular o controle de graves e agudos do CD player (ou toca-fitas) no +6 (ou muito próximo do máximo) e, se além disso, aciona a função LOUDNESS e acha que o som ficou bom com essa regulagem... experimente este teste...

IMAGEM ACÚSTICA

Agora vamos falar um pouco sobre os termos utilizados pelos profissionais quando querem dizer que o sistema de áudio do carro precisa de alguma correção no sentido de melhorar a qualidade do som. Alguns dos termos que estudaremos são: "palco"; “ambiência”; "imagem"; "profundidade” e “largura".

Se tivesse a oportunidade de ter seu sistema de som avaliado por um profissional e ele lhe dissesse que o sistema está com “boa definição de palco; que há boa ambiência; que a imagem está bem focada e que há boa profundidade e largura”. O que isto significaria para você?

Posição do palco

Vimos no capítulo anterior que a idéia por trás de um bom sistema de som é reproduzir o ...

Ambiência

Quando estamos num ambiente fechado (a sala de estar de nossas casas, por exemplo) e conversamos com uma pessoa que está à nossa frente, a voz dessa pessoa chega até nossos ouvidos de duas maneiras:

Posicionamento dos instrumentos no palco

Imagine que está numa pequena casa de espetáculos e que no palco há uma cantora ao centro e um piano a sua esquerda (veja a **figura 32**). É muito fácil verificar que...

Altura, Largura e Profundidade de palco

Se vai a um teatro ouvir uma cantora que tem apenas um piano ao seu lado, você percebe...

CAPÍTULO 4

LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DE ALTO-FALANTES

Alto-falantes dentro de seu carro são como músicos em uma orquestra: cada um tem seu lugar e sua função. Baseando-nos nesta afirmação vemos que não basta simplesmente fixar um alto-falante numa porta... é preciso saber se neste local o alto-falante vai contribuir POSITIVAMENTE para que um bom som seja obtido. A posição de cada alto-falante em seu carro é tão crítica que basta deixar...

PORTAS DIANTEIRAS:

Existem três tipos básicos de forro de porta:

1 – Os originais de fábrica – com local próprio para a instalação de falantes.
2 – Os originais de fábrica – que não possuem local para instalação de falantes.
3 – Os fabricados pela loja de som – chamados de forros personalizados.

ORIGINAL DE FÁBRICA COM LOCAL PRÓPRIO PARA INSTALAR ALTO-FALANTES:

A maioria dos carros possuem forros originais com local próprio para a instalação de alto-falantes de 5 ou 6 polegadas de diâmetro, os quais atendem bem a freqüências acima de...

PAINEL

Há carros cujos forros de porta só tem espaço para colocação de um midbass de 6" na parte de baixo (tal como a porta da **figura 34**) mas no painel o fabricante deixou um pequeno local para um mid de 3 ou 4" (ou ainda 4x6"). Com esse tipo de carro o melhor a fazer é ...

KICK PANEL (PEZINHO)

(...) Lembre-se: você mudou a intensidade do som dos alto-falantes mas não mudou as distâncias...

MIDS E TWEETERS NA PARTE DE TRÁS DO CARRO

A instalação de alto-falantes de médios ou agudos na parte de trás dos carros é facultativa e depende muito da filosofia do profissional que vai realizar o serviço, bem como do gosto do cliente. Pode-se fazer ...

LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DE SUBWOOFERS

Estes são os alto-falantes de 8 a 21 polegadas (veja a **figura 52**) e são os que sempre necessitam de caixa acústica.

Fonte: Revista Som&Carro

Figura 52

Antes de começarmos a estudar os locais para a instalação de subwoofers acho conveniente explicar o motivo pelo qual esses alto-falantes precisam de caixas acústicas.

A coisa toda é bastante simples. Cada vez que o cone de um subwoofer se move, para frente e para trás, ele produz ...

SUBWOOFERS NO TAMPÃO

(...) A técnica de instalação de subwoofers neste local consiste em se abrir um buraco no tampão, de tamanho suficiente para que possa ser aparafusado o subwoofer em questão. (veja a **figura 55**).

Fonte: Revista - Car Stereo Review

Figura 55

Dessa maneira, o porta-malas funcionará "como se fosse" uma grande caixa acústica, fazendo com que...

SUBWOOFERS EM CAIXAS ACÚSTICAS

(...) Em carros de 03 volumes (sedans) o subwoofer tem mais dificuldade para transmitir graves do porta-malas para o compartimento de passageiros devido a (...)

Em carros de dois volumes, que são os do tipo Hatch, ou, ainda para pequenas peruas (Station Wagon) e monoblocos, o porta-malas e a cabine formam um (...)

Se seu carro for uma pick-up, o local básico para a instalação de caixas acústicas é atrás do banco, onde já não há muito espaço disponível, o que limita o tamanho da caixa a ser utilizada, nos obrigando a escolher subwoofers de menor diâmetro (8" ou 10") que possam trabalhar com baixa litragem. Uma devida atenção deve ser tomada para que a caixa

---

POSICIONAMENTO DE SUBWOOFERS

A posição na qual é instalado um subwoofer dentro do porta-malas pode ter efeitos muito diferentes. Uma determinada posição para o subwoofer pode ...

ESCOLHA DE ALTO-FALANTES

Ao escolher alto-falantes para som automotivo deve-se considerar muitas variáveis, tais como: o tipo de música que gosta de ouvir; os locais onde vai instalar os alto-falantes, etc. O material de que é feito o cone de um alto-falante diz muito a respeito do produto. Alguns materiais são (...)

A QUANTIDADE CERTA DE ALTO-FALANTES PARA ATINGIR SEU OBJETIVO

A quantidade total de alto-falantes que vai usar em seu carro vai depender do objetivo que pretende atingir com o sistema. Se prefere ter muita qualidade, então deve (...)

SOBRE DOLBY PRO-LOGIC II E SISTEMAS 5.1

A indústria de entretenimento do setor automotivo está trabalhando cada dia mais na direção de equipamentos com a nova tecnologia Dolby® Pro Logic II. Criado na década de 80, o sistema Dolby Surround tem sido aperfeiçoado ao longo do tempo. Pro Logic II nada mais é que um aperfeiçoamento do Pro Logic. O novo sistema Pro Logic II foi desenvolvido por Jim Fosgate (o sobrenome lhe parece familiar ?)...

CAPÍTULO 5

CAIXAS ACÚSTICAS

Os tipos de caixas mais utilizados para a sonorização automotiva são: Selada (ou suspensão acústica) e Dutada (ou Bass-Reflex), com uma variação que é o Radiador Passivo. Existem outros tipos de caixas, como a linha de transmissão e Band-Pass de 4ª e 6ª ordens, mas devido ao tamanho exigido e/ou o grau de dificuldade para se projetar, abordarei apenas os dois primeiros tipos.

CAIXA SELADA (SUSPENSÃO ACÚSTICA)

Uma caixa selada é a mais simples de se fazer e consiste, tão somente, numa caixa completamente lacrada (com exceção da abertura para o subwoofer) onde instala-se um ou mais alto-falantes. (veja a **figura 69**).

Como característica principal, as caixas seladas apresentam queda de 12dB/8ª (para Qtc=0.7 – figura 71) e boa extensão para baixas freqüências.
Possuindo uma certa quantidade de...

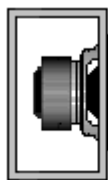



Figura 69

CAIXAS BASS-REFLEX (DUTADAS)

(...) Tanto o volume interno da caixa quanto o comprimento do duto são calculados em função de parâmetros e alinhamentos específicos de modo que se possa obter uma resposta mais ou menos plana (flat) – quando o objetivo é qualidade. Qualquer parâmetro que atrapalhe na obtenção de uma resposta plana, tais como: caixa com litragem incorreta, comprimento inadequado do duto, etc, é chamado de desalinhamento. Os desalinhamentos, em geral, produzem caixas com sons muito retumbantes. **Veja as figuras. 86, 87 e 88**.

LOCALIZAÇÃO DO DUTO NA CAIXA

Numa bass-reflex o som é produzido pelo cone do subwoofer para as freqüências acima da sintonia do duto. Em torno de Fb (geralmente ½ oitava acima e ½ oitava abaixo), o som deixa de ser

---

RELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO DE DUTOS

É muito comum pessoas acreditarem que dois dutos de 4 polegadas eqüivalem a um duto de 8 polegadas. O raciocínio parece lógico, mas não é correto pois ...

RADIADORES PASSIVOS

Radiadores passivos são muito parecidos com caixas bass-reflex, sendo que a diferença consiste na substituição do duto por um cone de alto-falante (chamado de radiador passivo – RP) carregado com massa equivalente à da coluna de ar necessária para sintonizar a caixa em determinada freqüência. O RP não é ligado ao amplificador. Funciona como se fosse um peso em uma mola (ou seja, um sistema ressonante).

SUBWOOFERS "RÁPIDOS" E SUBWOOFERS "LENTOS"

Às vezes ouvimos dizer que determinado subwoofer é mais rápido que outro. Na maioria dos casos esse adjetivo é usado para descrever um subwoofer que produz graves mais nítidos, mais ricos em detalhes e com mais "pegada". Isto é muito interessante, mas a velocidade (ou rapidez) do grave não está no subwoofer em si, mas no

---

CALCULANDO AS MEDIDAS DA CAIXA

Depois de descobrir a litragem correta para a caixa deve-se determinar as medidas internas para que ela apresente a mesma litragem depois de pronta. Para se calcular as dimensões internas de caixas em forma de retângulo ou, trapézio ou, cilindro (bazooka) deve-se usar as fórmulas para cálculo de volume de formas geométricas (que aprendeu na escola) – veja algumas abaixo:

Vamos supor que deseje construir uma caixa com 35 litros internos. Para uma caixa em forma de trapézio a fórmula abaixo é a que deve ser usada.

COMO CONSTRUIR CAIXAS ACÚSTICAS

Toda caixa acústica deve apresentar duas características:

1) Ser completamente vedada, ou seja, não pode haver qualquer tipo de vazamento de ar.
2) As paredes da caixa não podem experimentar qualquer tipo de vibração.

Qualquer vazamento de ar na caixa afetará o rendimento e levará a uma diminuição da potência máxima aplicável ao subwoofer. Em casos mais graves – caixas com muito vazamento de ar – pode até ocorrer o que chamamos de colapso mecânico (a queima) do subwoofer. Depois que a caixa estiver pronta, com o subwoofer parafusado, tente...

VAZAMENTOS E VIBRAÇÕES

Caixas acústicas que apresentam vazamentos ou vibrações impedem que se extraia 100% de rendimento do subwoofer. Os vazamentos diminuem a capacidade da caixa de...

CURIOSIDADES SOBRE SPL EM BAIXAS FREQÜÊNCIAS

Toda a energia de um sistema de SPL de baixa freqüência é refletida pelas paredes do interior do carro, promovendo uma série de interações mas acabam perdendo energia ou sendo depois absorvidas pelas próprias paredes que as transformam em calor ou ainda sendo transmitidas ao meio externo (para fora do carro), se perdendo para sempre. Se for capaz de ouvir algum som do lado de fora do carro (com portas e janelas fechadas) é porque está jogando fora a potência de seus amplificadores.

CAPÍTULO 6

AMPLIFICADOR (MÓDULO DE POTÊNCIA)

Por que o sistema de som do automóvel precisa de um amplificador? O que é um amplificador forte ? Vamos por partes: Um amplificador de 20 Watts é um amplificador forte ? Depende. Se possui um alto-falante que suporta 10 Watts, então o amplificador de 20 Watts é bem forte... por isso existem amplificadores de 20 Watts a 5000 Watts... para atender a demanda por potência por parte dos alto-falantes.

Mas nossa primeira pergunta continua sem resposta. Por que o sistema necessita de um amplificador? Para ilustrar a resposta faremos uma comparação: Imagine dois carros: Um deles é 1.0 e o outro é um modelo com motor 1.8 turbo. Vamos comparar o carro 1.0 com um amplificador com menos potência do que o falante suporta e o 1.8 turbo com um amplificador com mais potência do que o falante suporta. Pois bem, com o carro 1.0 temos menor consumo de combustível, baixo torque e falta de potência nas ultrapassagens. Se precisar fazer uma ultrapassagem e tiver que passar rapidamente de 60 para 140km/h este motor não vai responder de acordo com suas expectativas (não fornece a quantidade de potência necessária para fazer uma ultrapassagem rápida). Numa emergência você engata uma marcha mais forte e leva o motor a 5000; 6000; 6500 e 7000RPM até que ele começa a falhar (corte na injeção) por excesso de giro (você levou o motor num nível acima de sua capacidade de giro). Algo parecido acontece com um amplificador de baixa potência. Ele vai muito bem até que a música apresente um sobressalto de intensidade (como a batida de um tambor, por exemplo). Neste momento, o alto-falante “pede” uma quantidade de potência que o amplificador não é capaz de fornecer. Então o amplificador tenta fornecer a potência

que o falante “pede” mas como ela está muito acima de sua capacidade o amplificador faz algo parecido com o carro 1.0 quando este falha por excesso de giro; só que o amplificador não falha, porém distorce o som e o envia para o alto-falante. A música pode tocar bem, mas nas passagens mais altas haverá distorção.

No caso do carro 1.8 Turbo, pode-se passar de 60km/h para 140km/h com muita facilidade, e o motor ainda estará trabalhando com folga de potência. Isto significa mais conforto e segurança nas ultrapassagens. A mesma coisa pode ser dita sobre um amplificador com potência de sobra para um determinado falante. Ele trabalhará também com reserva de potência, e por isso será capaz de liberar grande quantidade de energia para que as passagens altas (leia-se: os sobressaltos de intensidade das músicas) sejam reproduzidas sem qualquer distorção.

Devido à falta de informação algumas pessoas já chegaram a imaginar que se adquirissem um amplificador muito potente não conseguiriam ficar dentro do carro por causa do som alto... Que o som poderia quebrar os vidros... Que não se poderia ouvir som em volume baixo... etc, etc, etc... Pensar dessa maneira é como acreditar que não é possível manobrar um carro turbo dentro de uma garagem, pois como o carro possui um motor muito potente ele somente pode ser guiado em alta velocidade ! ! !

A função de um amplificador é amplificar um sinal elétrico recebido, ou seja, aumentar a amplitude do sinal sem provocar qualquer outra modificação neste. Amplificadores não são equipamentos perfeitos e, portanto não são 100% eficientes, o que significa que uma parte da energia sugada por eles (proveniente da bateria e/ou alternador do carro) é jogada fora em forma de calor. Por isso é muito importante guarantir um certo fluxo de ar ao redor do amplificador para permitir resfriamento adequado (o calor em excesso é um inimigo mortal para equipamentos eletrônicos). Alguns modelos possuem uma ventoinha (dessas que são usadas em computadores, chamadas de: cooling fan) que força o ar a circular no interior do aparelho para prevenir contra o excesso de calor. Caso seu amplificador não possua uma dessas, não se preocupe. Basta instalá-lo em local que permita boa circulação de ar. Não instale o amplificador prensado entre o banco e a caixa acústica (ou outro local onde não haja ventilação), pois mais cedo ou mais tarde ele irá super-aquecer. Caso a instalação seja feita num local com má circulação de ar - um rack personalizado com tampa de acrílico, por exemplo - então é aconselhável a utilização de cooling fans (geralmente dois). Um deles para forçar o ar frio a entrar no local onde o amplificador está instalado e o outro para forçar o ar quente a sair de lá de dentro. A **figura 93** mostra como se deve proceder para ligar um cooling fan (ventoinha).

Lembre-se que uma ventoinha deve ser usada para empurrar o ar para dentro do rack (de preferência na direção da carcaça do amplificador) e a outra para retirar o ar quente de lá. Para conseguir este efeito, basta ligar um cooling fan com polaridade invertida (em relação ao outro). A **figura 94** mostra como isso deve ser feito. As setas mostram a direção da corrente de ar passando por dentro do rack.

Mais potência nem sempre é sinônimo de mais qualidade. Atualmente (mesmo com a parte elétrica dos carros ainda com 12 Volts) os amplificadores são capazes de gerar potências que variam entre 20 e 5000 Watts RMS; entretanto um amplificador bem desenhado e construído para gerar meros 30 Watts RMS por canal com distorção de 0,01% T.H.D é um investimento muito melhor do que um amplificador capaz de produzir 120 Watts RMS por canal com 10% T.H.D. Na verdade é o conjunto de especificações do amplificador que deve ser levado em conta numa compra e não apenas a potência fornecida, como mero número absoluto.

IMPEDÂNCIA

Amplificadores automotivos de última geração são projetados para cargas de até 0,5 Ohms; mas a grande maioria dos aparelhos é feita para trabalhar com 4 Ohms no modo bridge e 2 Ohms no modo estéreo. Mais uma vez, lembre-se de que as leis da física é que regem o mundo do som automotivo, portanto a potência de saída de um amplificador aumenta à medida em que a carga de impedância (a impedância resultante da associação dos alto-falantes) diminui. Assim, um amplificador que libera 100 Watts num alto-falante de 4 Ohms vai liberar mais potência num alto-falante de 2 Ohms. A **figura 95** mostra algumas fórmulas da lei de Ohm e em destaque está o que precisamos para sustentar nossa afirmação.

$P = E^2 / R$
Onde:
P = Potência (Watts)
E = Voltagem (Volts)
R = Resistência (Ohms)

Se tivermos um amplificador que forneça 30 Volts (em regime de máxima potência), ele continuará fornecendo esses mesmos 30 Volts em 4 ou 8 ou 2 Ohms, mas a potência aumenta porque:

$P = E^2 / R$
$P = 30^2 / 8$
$P = 900 / 8$
P = 112,5 Watts

Diminuindo o valor da impedância resultante para 4 Ohms, temos:

$P = 30^2 / 4$
$P = 900 / 4$
P = 225 Watts

E, finalmente, diminuindo o valor da impedância resultante, para 2 Ohms, teremos:

$P = 30^2 / 2$
$P = 900 / 2$
P = 450 Watts

Se existisse um amplificador perfeito que pudesse sugar energia de uma fonte de infinita capacidade, então esse amplificador liberaria o dobro de potência cada vez que a impedância fosse dividida ao meio e, quando o valor da impedância fosse próximo de 0 a potência seria quase infinita (experimente dividir qualquer número por algo bem próximo de 0). Infelizmente não existem amplificadores perfeitos, nem a bateria de seu carro possui infinita capacidade de fornecimento de energia... Para a maioria dos amplificadores, quando dividimos pela metade a impedância de carga (de 4 para 2 Ohms, por exemplo) a potência chega a aumentar entre 50% e 90%, dependendo do projeto do amplificador. A fonte de alimentação interna dos amplificadores e seus demais componentes possuem limitações. É isto que impede o amplificador de suportar impedâncias menores que um determinado valor. Cada amplificador tem suas limitações. O limite de alguns é 2 Ohms, de outros pode ser 0,5Ohms, mas todos possuem um limite. Lembre-se de que quanto menor a impedância, mais difícil para o amplificador lidar com ela.

RUÍDO

Qualquer amplificador produz um pouco de ruído e, geralmente, os mais potentes são os que produzem mais ruído. Um teste simples pode ser feito. Basta ligar um amplificador, desconectar os RCA de entrada e ajustar o ganho na posição máxima. Provavelmente haverá algum ruído no alto-falante que estiver ligado a ele. Não se preocupe se isto acontecer com seu amplificador... é absolutamente normal. Este ruído é chamado de ruído de fundo e é completamente encoberto pela música quando o amplificador está funcionando com sinal, pois ele NÃO aumenta de acordo com o volume do sinal (ou da música), nem é proveniente do alternador do carro. Na verdade este ruído é constante e independente de haver sinal aplicado ao amplificador. É chamado de relação Sinal/Ruído (ou S/N) – a relação entre o som que ele amplifica e o ruído que ele produz. É dado em dB e bons equipamentos devem ter S/N > 85dB, ou seja, bons amplificadores devem ter o ruído de fundo 85dB mais baixo que o sinal liberado em sua saída.

Qualquer tipo de circuito eletrônico produz um pouco de ruído. Da televisão ao PC – todos eles. Este ruído de fundo é criado pelo movimento dos elétrons no próprio circuito e é impossível de se eliminar completamente (em condições de normais de temperatura). A **figura 96** mostra o ruído constante com o amplificador sem sinal de entrada.

A **figura 97** mostra que o ruído permanece constante mesmo quando o amplificador recebe um sinal.

A **figura 98** mostra que o ruído ainda permanece constante, embora o amplificador tenha aumentado a amplitude do sinal. Como podemos observar o ruído não aumenta com o sinal e, portanto, não é audível (pelo menos com uns 70dB de S/N). Quanto maior for o valor para a relação S/N mais baixo será o nível de ruído do aparelho.

DISTORÇÃO

Todo amplificador adiciona algumas características (que não estão presentes no sinal original de entrada), as quais serão somadas umas às outras, apresentando como resultado algum tipo de distorção. Os dois tipos de distorção mais conhecidos são: distorção harmônica e distorção por intermodulação.

O próprio ruído de fundo (S/N) citado acima, sendo ele uma característica acrescentada aleatóriamente pelo amplificador pode, então, ser considerado como um tipo de distorção. Os dois tipos de distorção mais conhecidos são: distorção harmônica e distorção por intermodulação.

Essas duas podem ser percebidas por nossos ouvidos (dependendo do nível, é claro) e se aprender a controlá-las, terá uma maior vida útil para seus equipamentos. O primeiro tipo que estudaremos é a distorção harmônica. Ela é causada quando o amplificador cria harmônicos que não estavam presentes no sinal original. Estes novos harmônicos somam-se ao sinal original e criam um sinal diferente do que o que está entrando no amplificador. O resultado é que o novo sinal terá um timbre diferente.

Se injetarmos uma senóide num amplificador e efetuarmos medições (com equipamento apropriado) podemos observar que o amplificador cria novas freqüências, as quais são múltiplas do tom original – os harmônicos. A quantidade de harmônicos

gerada por um amplificador varia de produto para produto. Em equipamentos de alta performance, os harmônicos gerados estarão num nível milhares de vezes mais baixo que o tom de entrada. A distorção harmônica total (T.H.D.) é testada sobre a maior potência de saída numa dada faixa de freqüência e, com uma determinada carga de impedância. Bons amplificadores vêm com especificação de potência para valores de T.H.D abaixo de 1%. Nosso ouvido é bastante tolerante com relação a T.H.D em níveis relativamente baixos. Pessoas acostumadas a fazer julgamento subjetivo (e/ou objetivo) de sistemas de som são capazes de perceber níveis de distorção harmônica total a partir de uns 4 ou 5% com programa musical. A grande maioria, entretanto, só percebe a T.H.D quando a mesma já ultrapassa 7 ou 8%. Valores acima de 7 e abaixo de 13% são tolerados pelos ouvintes comuns desde que por um curto espaço de tempo. Ao adquirir amplificadores verifique bem este detalhe. Alguns fabricantes medem a potência de seus aparelhos com T.H.D em 10% enquanto que outros fazem a mesma coisa com 0,01%. Comparar o valor de T.H.D deve servir apenas de base para a escolha de um amplificador (não deve ser o fator predominante) pois amplificadores com as mesmas especificações técnicas podem (e devem) produzir um som ligeiramente diferente, pois o T.H.D não informa sobre onde os harmônicos estão na faixa de freqüências – apenas que há harmônicos.

Amplificadores diferentes podem ter o mesmo nível de distorção harmônica total, porém os harmônicos podem ocorrer em freqüências completamente distintas. Níveis idênticos de T.H.D podem ser obtidos com poucos harmônicos com alta intensidade e com muitos harmônicos com baixa intensidade. O importante é que seu amplificador tenha especificações boas no geral. De nada adianta o amplificador ser ótimo no quesito T.H.D e ser péssimo em S/N, por exemplo.

Já a distorção por intermodulação (IM) ocorre quando um terceiro tom é produzido por um amplificador que recebe dois tons distintos. Como este terceiro tom não é múltiplo de nenhum dos dois, ele não pode ser considerado como distorção harmônica. É o resultado da interação dos dois tons puros com o amplificador. Amplificadores não são perfeitos e todos (uns mais, outros menos) apresentam algum tipo de característica não linear. Toda vez que dois tons forem aplicados simultaneamente a um sistema não linear, novos tons serão gerados.

Medições de distorção em amplificadores são sempre feitas com sinais específicos para teste, os quais são (geralmente) tons puros (senóides). Quando o amplificador recebe música (onde os sinais são muitíssimo complexos), é muito complicado afirmar que um equipamento é superior a outro, baseando-se apenas nos níveis de distorção de ambos.

CLIPPING

Clipping ocorre quando alguém tenta obter um sinal de saída maior do que o amplificador é capaz de fornecer (é quando aumenta todo o volume do rádio no painel e depois coloca o botão de ganho do amplificador no máximo – daí a o sinal clipa).

A voltagem na saída de um amplificador nunca consegue exceder seu limite máximo, o qual é determinado pelas características de construção da fonte de alimentação interna do mesmo. Usando novamente a fórmula da **figura 95**, verificamos que um amplificador que libere uns 30 Watts por canal a 4 Ohms deve apresentar cerca de 11 Volts na saída.

$E = \sqrt{(P \times R)}$
$E = \sqrt{(30 \times 4)}$
$E = \sqrt{120}$

E = 10,95 Volts (para efeitos práticos, vamos arredondar isso para 11 Volts).

Bem, isto significa que a fonte deste amplificador não é capaz de ultrapassar esses 11 Volts. Veja a **figura 99**.

Quando o amplificador está muito próximo de sua potência máxima, ele está no limite dos 11 Volts. Se neste momento aumentar mais e mais o volume do rádio, o amplificador vai tentar ultrapassar esses 11 Volts para poder liberar mais potência. Como ele não é capaz de ultrapassar este valor, o que vai ocorrer é um achatamento nas extremidades da senóide, ou seja, uma onda clipada – veja a **figura 100**.

Se aumentar demasiadamente o volume do rádio (unidade central) depois que o amplificador começa a clipar, você terá uma “onda quadrada”. O resultado dessa onda quadrada é um som bem ruim de se ouvir e em casos mais graves a “queima” de algum alto-falante por falta de ventilação na bobina e/ou a queima da fonte do amplificador.

Evite fazer o amplificador clipar. Um pouco de clipping não faz mal para o falante nem para o amplificador e você nem será capaz de perceber, mas não é uma boa idéia deixar o amplificador clipando pesadamente o tempo todo.

CONTROLE DE GANHO

A regulagem do botão de ganho do amplificador pode ficar no "máximo" ou no "mínimo", dependendo apenas da voltagem na saída RCA do aparelho antecessor. O ajuste de ganho pode ser feito, como diríamos, "de ouvido"; mas para que o ganho seja ajustado com perfeição, objetivando-se o máximo de rendimento de seu sistema, deve-se regulá-lo com o auxílio de um osciloscópio. Antes, porém, deve-se ter alguma noção do que seja um botão de ganho, ou seja, o que ele realmente faz. Na verdade o nome “botão de ganho” é incorreto. O certo seria chamá-lo de ajuste de sensibilidade... mas como o nome “botão de ganho” é universalmente aceito pelo mercado, vamos chamá-lo assim.

Antes de maiores explicações é necessário deixar bem claro que o controle de ganho do amplificador NÃO aumenta sua potência máxima. Se o amplificador libera, no máximo, 200 Watts... não adianta mexer no botão de ganho, pois ele vai continuar a liberar, no máximo, esses 200 Watts. O botão de ganho é usado com uma única finalidade, que é a de “casar” a sensibilidade da entrada do amplificador com a tensão (Volts) do sinal da saída do rádio (ou unidade central). A necessidade desse “casamento” é dada pelo fato de não haver uma padronização no nível máximo de voltagem das saídas RCA das unidades centrais. Na prática, cada fabricante adota seu padrão para a voltagem máxima na saída RCA de suas unidades centrais. Alguns adotam 1,0 Volt para a tensão máxima; outros adotam 1,8 Volts para os aparelhos básicos e 4,0 ou 5,0 para aparelhos TOP. Há fabricantes que adotaram até 9,0 Volts.

Naturalmente a unidade central somente liberará a tensão máxima quando seu volume estiver próximo do máximo. Neste momento o amplificador deverá saber qual é a voltagem que traduz o volume máximo da unidade central.

Vamos pegar como exemplo duas unidades centrais aleatoriamente. A primeira será chamada de (A) e a segunda de (B). Verificamos que (A) tem, na saída RCA, uma voltagem máxima 2,0 Volts e a unidade (B) tem voltagem máxima de 4,0 Volts quando ambas estão em seus volumes máximos. Essas duas unidades, quando estiverem em seus respectivos volumes máximos, informarão diferentes valores de tensão para um

amplificador. Como o correto é que o amplificador libere a potência máxima quando o volume da unidade central está próximo do máximo, então é necessário que ele seja informado sobre qual a voltagem que corresponde ao volume máximo da unidade central que está conectada a ele. Esta regulagem é feita, exclusivamente, através do botão de ganho.

Digamos que o botão de ganho tenha variação entre 1,0 Volt e 6,0 Volts, sendo 1,0 a posição de máximo (maior sensibilidade) e 6,0 a posição de mínimo.

Com a unidade (A), devemos posicionar o ganho para algum valor que indique algo próximo de 2,0 para que o amplificador possa liberar sua máxima potência juntamente com o máximo de volume da unidade central (A). Essa posição é indicada somente para a unidade central (A). Se for usada a unidade central (B), cuja voltagem máxima é de 4,0 Volts e mantida a mesma posição de ganho (em 2,0 Volts) para o amplificador; ocorrerá que ao receber 2,0 Volts (algo em torno de uns 50 a 60% do volume máximo da unidade central) o amplificador já irá liberar toda sua potência. Aumentar o volume da unidade central a partir deste ponto somente irá provocar a clipagem do sinal de entrada no amplificador. Assim, para a unidade central (B) o ideal é reajustar o botão de ganho do amplificador para algo em torno de 4,0 Volts.

Como pudemos perceber, os controles de ganho apenas informam ao amplificador o momento em que deve liberar sua máxima potência, de acordo com a unidade central que estiver conectada a ele. Não existe uma posição única no botão de ganho dos amplificadores que atenda a todos os aparelhos. É necessário ajustar o controle de ganho sempre que a unidade central for substituída por outra, mesmo que seja da mesma marca.

O procedimento para regular os ganhos do sistema de som com um osciloscópio é o seguinte:

1 – Conecte a saída RCA do CD player ao osciloscópio.
2 – Deixe os controles de graves; médios e agudos, do CD player ou de qualquer outro equipamento, na posição central.
3 – Com um disco de teste, escolha a freqüência de 100Hz e use a tecla repeat do CD player.
4 – Aumente o volume do CD player até que a senóide (na tela do osciloscópio) comece a ficar com a crista quadrada.
5 – Abaixe o volume um pouco, de modo que a senóide fique perfeita novamente. Quando a senóide fica quadrada (ou deixa de apresentar um formato completamente arredondado) é porque o sinal está distorcendo...
6 – Quando a senóide estiver perfeita, não mexa mais no controle de volume do CD player.
7 – Agora, conecte a saída RCA do CD player ao próximo aparelho do sistema (tanto faz se é um pré-amplificador, se é um equalizador, um crossover ou um amplificador).
8 – Gire o botão de ganho para a posição "mínimo" (que representa menor sensibilidade).
9 – Conecte a saída desse aparelho ao osciloscópio.
10 – Se a onda estiver com as cristas quadradas é porque a amplitude de entrada deste aparelho é menor que a amplitude do aparelho antecessor. Neste caso, diminua o nível de saída do aparelho antecessor.
11 – Se a onda estiver perfeita, gire cuidadosamente o botão de ganho, para a posição “máximo”, até a senóide começar a ficar com a crista quadrada. Volte um pouco o botão, para que a senóide continue perfeita.
12 – Após fazer isso com todos os equipamentos do sistema, os ganhos estarão corretamente ajustados e cada amplificador somente irá liberar sua potência máxima quando o CD player estiver próximo do volume total.
13 – É importante que o equipamento esteja recebendo tensão constante da bateria (use uma fonte externa ou deixe o carro ligado durante o processo).

Tudo o que foi escrito acima vale para qualquer amplificador que tenha controle de ganho. Mas e os que não têm ? Este é o caso dos amplificadores do tipo booster.

Este tipo de amplificador só recebe sinal de áudio pelas entradas de baixa impedância (entradas amplificadas – como são chamadas) e é projetado para liberar a potência máxima quando recebe uma determinada tensão nessas entradas. Tensão esta determinada pelo próprio fabricante, não havendo uma padronização. Alguns boosters liberam potência máxima quando recebem uma tensão na entrada de áudio de 3,8 Volts, enquanto que outros fazem a mesma coisa recebendo apenas 1,6 Volts. Tudo depende do fabricante e não podemos dizer que um booster seja melhor ou pior que outro neste aspecto. É apenas uma condição imposta pelo fabricante para que seu booster libere potência máxima. Não há o que regular. Você apenas liga uma unidade central ao booster e aumenta o volume para ver onde o som começa a distorcer... este será o limite máximo de volume para sua unidade central, imposto pela razão de ganho de entrada do booster. A partir deste ponto não adianta aumentar mais o volume da unidade central pois só irá conseguir distorção.

LIGAÇÕES EM BRIDGE

Pelo fato de já ter ouvido muitas perguntas a respeito deste tipo de ligação (verá que é muito simples), vou dar uma atenção maior. Sempre que um amplificador estiver ligado no modo "bridge", o sinal dos canais envolvidos na ligação passará a ser mono. Isto, porém, não significa que sempre que dois ou mais canais estiverem reproduzindo um som mono, é porque estão ligados em "bridge". Pode acontecer de o amplificador já estar recebendo um som mono da unidade central. Para compreendermos melhor, vamos entender a diferença entre som mono e som estéreo:

SOM MONO

Antigamente não havia qualquer separação nas gravações entre os canais direito e esquerdo e, consequentemente, os equipamentos que reproduziam o áudio também não precisavam ter essa separação. Mesmo que houvesse alto-falantes à direita e à esquerda, não haveria qualquer diferença... tudo que tocava no alto-falante da esquerda, tocava exatamente igual no da direita. Não havia condições técnicas para se perceber os instrumentos que deveriam estar do lado direito e os que deveriam estar do lado esquerdo. Tudo ficava num só bloco e por este motivo não havia formação de uma imagem acústica correta. Este era o som mono. Qualidade de som, naquela época, era apenas um conceito que ficava muito distante da realidade

---

SOM ESTÉREO

Com o passar do tempo e o aprimoramento dos equipamentos foi possível gravar e reproduzir separadamente os sons que estão à direita dos que estão à esquerda. Isso foi um grande salto, pois possibilitou que se recriasse a correta imagem acústica do momento da gravação, ou seja, o equipamento se tornou capaz de colocar em seus devidos lugares os instrumentos da esquerda, centro-esquerda, centro, centro-direita e direita. Para que esse arranjo fosse conseguido na reprodução a disposição dos alto-falantes tinha de ser feita bem à nossa frente, sendo à esquerda e à direita, postos paralelamente entre si. Este é o som estéreo.

Para entender porque alguns amplificadores possuem a ligação no modo "bridge", teremos que ir um pouco mais adiante. Agora que ficou clara a diferença entre mono e estéreo, vamos lembrar alguns fatos:

Fato 1 – Graças ao nosso sistema bi-aural (dois ouvidos em lados opostos de nossa cabeça) somos capazes de identificar com precisão a posição de uma fonte sonora qualquer, dependendo da freqüência. A localização de sons com freqüências com comprimento de onda mais curto (altas freqüências) é muito fácil, enquanto que comprimento de onda maior (baixas freqüências) dificulta a localização.

Fato 2 – Sons de alta e média freqüência são altamente direcionais e justamente por isso devem ser reproduzidos no modo estéreo (para podermos formar uma imagem acústica).

Fato 3 – Os tweeters e os médios ficam instalados (em um carro) nas extremidades esquerda e direita, justamente para que possam transmitir a sensação de estereofonia (separação dos canais direito e esquerdo).

Fato 4 – Sons de baixa freqüência (subgraves) são muito pouco direcionais. No interior de um automóvel, pela pequena distância envolvida, os subwoofers ficam muito próximos um do outro para que possamos perceber estereofonia no som reproduzido por eles.

Fato 5 – Para produzir sons graves, os subwoofers precisam deslocar grandes quantidades de ar e esse deslocamento deve ser uniforme, ou seja, dois ou mais subwoofers devem ter seus cones excurcionando na mesma fase.

Fato 6 – A única maneira de excurcionar com essa exatidão é recebendo exatamente o mesmo sinal. Isto força os subwoofers automotivos a receberem um sinal mono.

Este é um dos motivos (existem outros – alguns até relacionados à qualidade, etc..) para que os amplificadores tenham a função bridge ou mono.

A ligação bridge consiste em "juntar" duas saídas de um amplificador para se obter assim uma única saída – mono – com muito mais potência. A saída "L" e a saída "R" transformam-se em uma nova saída, a saída "LR" (que é a saída bridge), veja a **figura 101**.

Se seu amplificador possui 2x50 Watts RMS a 4 Ohms, fazendo a ligação em bridge você terá um único canal com aproximadamente 200 Watts RMS a 4 Ohms (mais adiante veremos o motivo disso). Se o amplificador possui apenas dois canais, então no novo canal LR o som passa a ser mono. Se ele possui 4 canais e apenas os canais 1 e 2 forem usados para a ligação em bridge, então apenas o LR formado pelos canais 1 e 2 é que ficará mono; os canais 3 e 4 continuarão com som estéreo (caso não faça ligação em bridge neles).

Na **figura 102**, podemos ver um outro tipo de ligação em bridge, chamada de TRI-WAY. Nesta configuração, o novo canal “LR” passa a ter som mono e os canais “L” e “R” continuam a ter som estéreo, ou seja, obtemos praticamente 03 canais aonde só havia 02 canais. Mais adiante comentarei sobre esse tipo especial de ligação.

A ligação em bridge visa (quase sempre) a utilização de subwoofers, mas pode ser usada em qualquer outro tipo de alto-falante, desde que seja respeitada a capacidade de potência do mesmo. Para que se tenha uma idéia da flexibilidade que esta ligação proporciona, basta pegarmos como exemplo um amplificador de quatro canais. Pode-se fazer duas ligações em bridge, e se desejar, o amplificador continuará liberando som em estéreo, como se fosse um amplificador de dois canais só que com mais potência. Pode-se, ainda, utilizar o amplificador com duas ligações em tri-way e transformá-lo num amplificador de 6 canais !

Cada marca e modelo de amplificador tem uma maneira diferente para que se faça a ligação em bridge. Por isso é aconselhável que se leia atentamente o manual de instruções ANTES de sair ligando o produto em bridge ou tri-way. Se não houver indicações de que o amplificador trabalha em modo bridge e se perdeu o manual de instruções do mesmo, NÃO tente colocar o aparelho para trabalhar em bridge, a menos que saiba realmente o que está fazendo.

COMO LIGAR UM AMPLIFICADOR EM BRIDGE

O procedimento para ligar um amplificador no modo bridge é relativamente simples, porém pode haver diferenças entre equipamentos de fabricantes diferentes. Não havendo uma padronização, é importante que se leia sempre o manual de instruções do produto para evitar danos ao circuito eletrônico do amplificador. As **figuras 103; 104; 105 e 106** ilustram as ligações em bridge mais comuns.

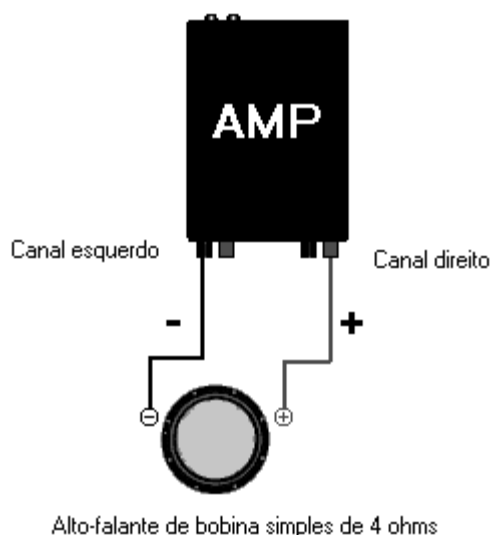



Figura 103

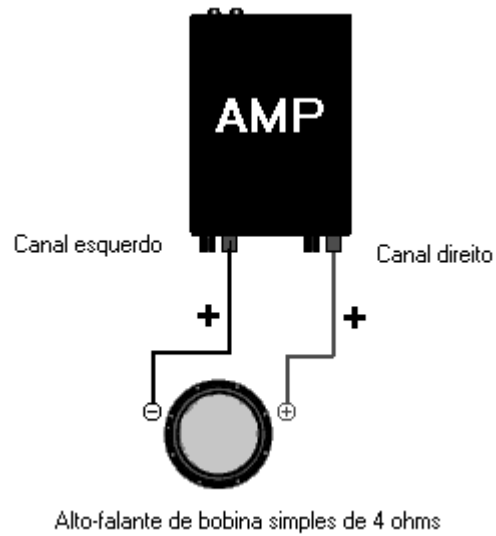



Figura 104

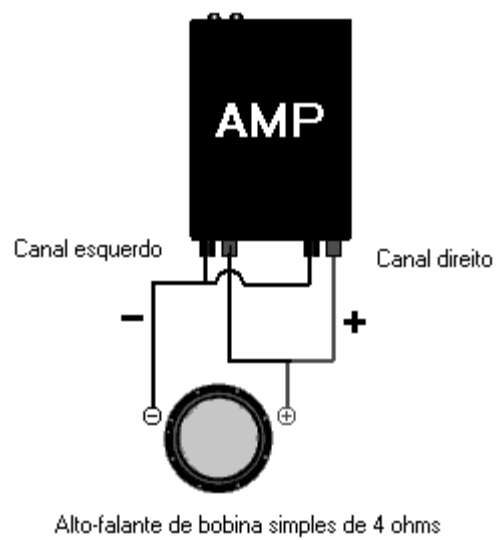



Figura 105

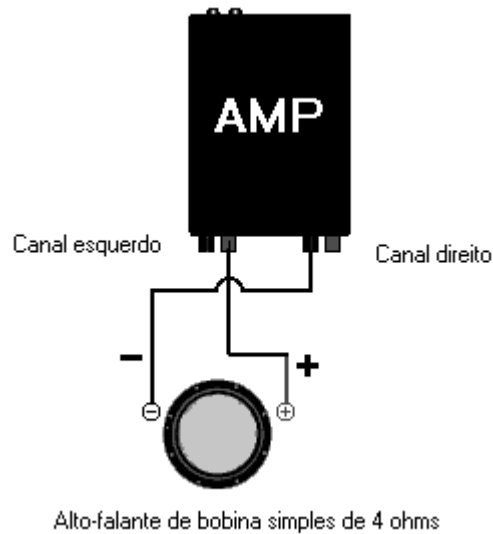



Figura 106

A potência de seu amplificador será dada pela fórmula: $P = E^2 / R$

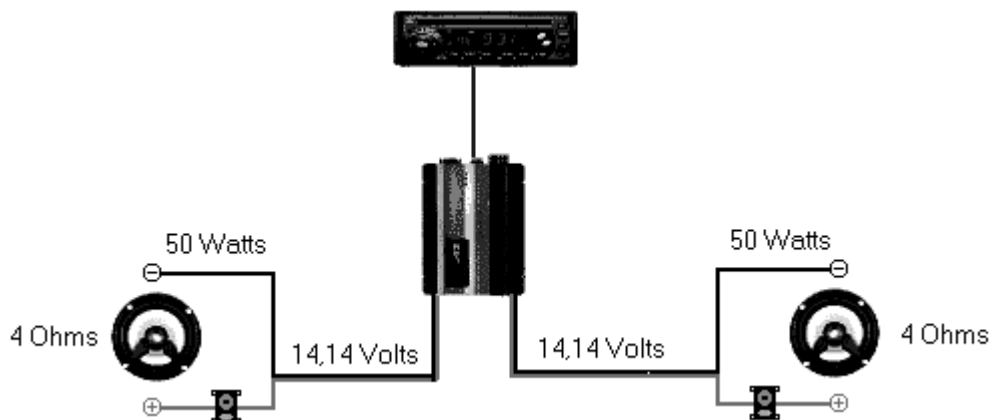
Se no modo estéreo o amplificador libera 50 Watts por canal a 4 Ohms (veja a **figura 107**), é sinal de que ele tem algo em torno de 14,14 Volts em cada uma de suas saídas, pois:

Fonte: Software X2Premier

Figura 107

$E = \sqrt{(PxR)}$
Onde:
E = Tensão (Volts)
P = Potência (Watts)
R = Resistência (Ohms)

$E = \sqrt{(50x4)}$
$I = \sqrt{200}$
E = 14,14 Volts em cada canal.

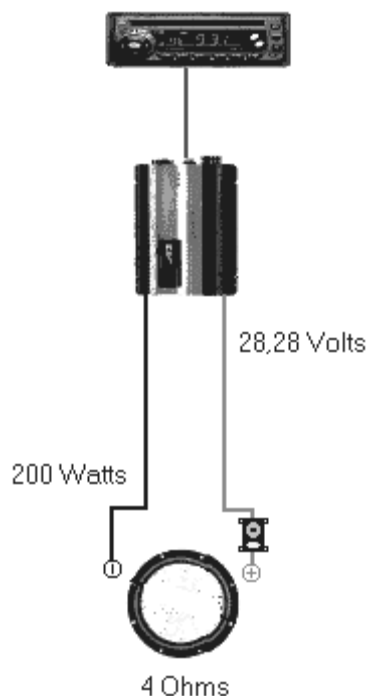
Quando passamos o amplificador para o modo bridge em 4 Ohms, ele deve liberar algo em torno de 24,28 Volts para o canal bridge o que faz com que a potência suba para aproximadamente 200 Watts – veja a **figura 108**.

Fonte: Software X2Premier

Figura 108

$P = E^2 / R$
$P = 28{,}28^2 / 4$
$P = 799{,}75 / 4$
$P = 199{,}9$ Watts

Sabendo que a tensão nas saídas continua a mesma (14,14 Volts) se o amplificador permitir ligação em estéreo em 2 Ohms, teremos aproximadamente a seguinte potência:

$P = E^2 / R$
$P = 14{,}14^2 / 2$
$P = 199{,}93 / 2$
$P = 99{,}96$ Watts por canal

É interessante observar que a voltagem no terminal de saída do amplificador continua sempre a mesma, mas a potência aumenta proporcionalmente à queda da impedância.

Se um amplificador é capaz de trabalhar com impedância mínima de 2 Ohms nos terminais de saída no modo ESTÉREO então ele, PROVAVELMENTE, deve trabalhar em impedância mínima de 4 Ohms no modo bridge (a não ser que o manual de instruções diga que funciona de outra maneira). Isto é uma regra quase que universal. A impedância mínima no modo bridge será (quase sempre) o dobro do mínimo para o modo estéreo. Se o mínimo for de 4 Ohms no modo estéreo, então no modo bridge ele deve trabalhar com um mínimo de 8 Ohms e assim por diante.

Em alguns debates com alunos pude perceber que ainda há alguma confusão sobre qual o motivo pelo qual um amplificador que é capaz de trabalhar em 2 Ohms estéreo só consegue trabalhar no modo bridge em 4 Ohms.

Quando um amplificador está no modo estéreo com carga de 2 Ohms nos terminais de saída (sendo esta a impedância mínima de trabalho dele no modo estéreo), este amplificador está liberando 50% da energia total para cada um dos dois canais. Se

o amplificador tem uma fonte que produz +/- 14,14 Volts ele **NÃO** será capaz de liberar mais do que esses 14,14 Volts para cada um dos canais. Se utilizarmos a lei de Ohm poderemos identificar a corrente liberada por este amplificador para cada um dos canais.

I=E/R
Onde:
I = Corrente (ampères)
E = Voltagem (Volts)
R = Resistência do alto-falante (Ohms)

Assim:

I=14,14 / 2
I=7,07 ampères

Isto significa que a fonte de alimentação interna é capaz de liberar 7,07 ampères, independentemente da carga resistiva que estiver conectada aos terminais de saída. Assim sendo, quando no modo bridge a única coisa que o amplificador faz é somar a tensão dos canais, passando assim para 28,28 Volts.

I = E / R
I = 28,28 / 4
I = 7,07 ampères

Interessante, não? Não importa o valor da carga que colocar (respeitando o limite mínimo de trabalho, é claro) que o amplificador vai liberar (na potência máxima) sempre esses 7,07 ampères. Como qualquer amplificador tem suas limitações na fonte de alimentação interna, no que diz respeito à quantidade de corrente que é capaz de fornecer, veja que não é possível fazer ligação abaixo do mínimo estipulado pelo fabricante do produto, pois se ligar este amplificador em 2 Ohms no modo bridge (sendo que o manual especifica que 4 Ohms é o mínimo para o modo bridge), veja o que acontece:

Modo bridge em 2 Ohms:

I = V / R
I = 28,28 / 2
I = 14,14 ampères.

Como o amplificador NÃO é capaz de fornecer essa corrente, ele vai acionar o circuito de proteção para não danificar seus componentes internos – leia-se queimar.

Amplificadores dependem da carga resistiva em sua saída para evitar uma corrente muito alta nos transistores de saída. Se a carga resistiva for muito baixa, vai permitir que uma corrente muito alta passe pelos transistores. Cada amplificador possui seus limites neste aspecto. Há amplificadores do tipo High Current que foram feitos para permitir bridge em impedâncias muito baixas, tais como 2; 1 e até 0,5 Ohm. No modo estéreo esses amplificadores trabalham em 1; 0,5 e 0,25 Ohms, respectivamente.

MODO TRI-WAY (TRI-MODE)

Este tipo de conexão permite que um amplificador de dois canais funcione como se tivesse 3 canais e um amplificador de 4 canais como se tivesse 6 canais ! É pouco utilizada mas pode ser muito útil caso possua um par de coaxiais; um subwoofer e apenas um amplificador de dois canais. Normalmente quem tem esses equipamentos acaba ligando o conjunto como mostra a **figura 109**.

Note que os mids e tweeters estão ligados diretamente na saída da unidade central e apenas o subwoofer beneficia-se do amplificador. O amplificador possui crossover interno que está posicionado em Low Pass pois foi ligado somente para o subwoofer de bobina dupla de 4 Ohms. Lembrando que este amplificador utilizado é o mesmo do exemplo da **figura 108**, você seria capaz de dizer por qual motivo ele está liberando 100 Watts ? Resposta: Porque ele está ligado em 8 Ohms e, $28{,}28^2$ / 8 = aproximadamente 100 Watts. Sendo o amplificador da figura 108, ele não aceitaria ligação em bridge com impedância menor que 4 ohms e como o subwoofer tem bobina dupla de 4 ohms, a impedância final seria 2 ou 8; portanto 8 ohms é o mais indicado, neste caso.

Esta ligação da **figura 109**, apesar de correta, pode ser melhorada. Para tanto basta fazer uma ligação em tri-way, para que todos os alto-falantes recebam potência do amplificador. Importante: Verifique no manual de instruções se o aparelho funciona nesta ligação.

Três regras básicas para você (jovem JEDI), no manual de instruções deve haver indicações quanto a isto:

1 - Se o amp funciona em 2 Ohms modo estéreo é porque funciona em 4 Ohms modo bridge.

2 - No modo Tri-way ele funcionará com o dobro do valor, ou seja: se o amplificador funciona em 2 Ohms modo estéreo é porque ele funciona em 4 Ohms para os canais em estéreo e 8 Ohms para o canal mono. (Veja a figura 110).

3 - Todo amplificador que faça bridge sem precisar da chave mono/stereo faz ligação tri-way. Um modo fácil de verificar é ver se a bridge dele se faz com (+) do canal A e (+) do canal B. Se for desse jeito, então o amplificador não faz tri-way. Se a bridge for (+) de um canal com (-) do outro, então ele pode ser ligado em tri-way.

Na figura 110, note que o amplificador possui apenas dois canais e na ligação tri-way ele trabalha com três canais; justamente por isso o crossover embutido no amplificador encontra-se desligado – caso contrário, o subwoofer ou os coaxiais não receberiam as freqüências necessárias ao seu bom funcionamento. Todos os cortes de freqüência foram feitos com divisores passivos.

Para a maioria dos amplificadores (veja no manual de instruções do seu) a ligação em tri-way pode ser feita como mostra a **figura 111**

Talvez se pergunte sobre como ficaria distribuição da potência numa ligação tri-way:.. Veja que o amplificador de 02 canais possui a seguinte configuração:

2 canais = 50 Watts em 4 Ohms
2 canais = 100 Watts em 2 Ohms
1 canal = 100 Watts em 8 Ohms (modo bridge)
1 canal = 200 Watts em 4 Ohms (modo bridge)

Verificamos que a máxima potência que o amplificador pode liberar é de 200 Watts. É interessante notar que ligar o aparelho em bridge em 4 Ohms dá a mesma potência que em estéreo a 2 Ohms. O amplificador é capaz de liberar 14,14 Volts por canal quando ligado no modo estéreo e 28,28 Volts quando ligado em bridge, sendo que sua capacidade máxima é de 7,07 ampères. Assim temos:

No modo estéreo, 2 Ohms:

I = E / R
I = 14,14 / 2
I = 7,07 ampères.

$P = E^2/R$
$P = 14,14^2 / 2$
P = 199,9 / 2
P = 100 Watts por canal

No modo bridge, 4 Ohms:

I = E / R
I = 28,28 / 4
I = 7,07 ampères.

$P = E^2/R$
$P = 28,28^2 / 4$
P = 799,9 / 4
P = 200 Watts

Na ligação tri-way o amplificador não pode produzir mais potência pois sua fonte não é capaz de liberar mais do que os 7,07 ampères. Isto significa que na ligação tri-way a potência máxima será 200 Watts. A distribuição de potência se dará da seguinte maneira:

Tri-way para os canais em estéreo, 4 Ohms:
I = E / R
I = 14,14 / 4
I = 3,53 ampères.

$P = E^2/R$
$P = 14,14^2 / 4$
P = 199,9 / 4
P = 50 Watts por canal

Tri-way para o canal mono:
I = E / R
I = 28,28 / 8
I = 3,53 ampères.

$P = E^2/R$
$P = 28,28^2 / 8$
P = 799,9 / 8
P = 100 Watts

É importante ressaltar que o amplificador continuou a liberar um máximo de 28,28 Volts com 7,07 ampères, independente do tipo de ligação que utilizamos.

Uma dica para quem está começando: alguns amplificadores apresentam recursos, tais como: reforço e atenuação para graves e/ou agudos, crossover embutido; etc. Tais recursos existem apenas para permitir uma maior flexibilidade de projeto e instalação e, certamente não interferem na qualidade de amplificação destes aparelhos, não causando qualquer tipo de coloração no som, desde que corretamente utilizados. Independente da quantidade de recursos disponíveis, a escolha de um amplificador deve

ser feita considerando-se apenas sua potência e qualidade de amplificação. Recursos extras devem ficar em segundo plano.

PADRÃO DE POTÊNCIA DOS AMPLIFICADORES

Quando um fabricante afirma que seu amplificador é capaz de liberar 300 Watts ele deve especificar sob quais condições o aparelho libera esta potência. Para complicar a coisa existem várias normas para medição de potência (EIAJ; IHF; IEC; FTC). Cada norma adota um critério diferente (o que resulta em valores diferentes) e o fabricante pode adotar praticamente a que achar mais conveniente para apresentar seu produto. Esta prática, apesar de estar dentro das normas, acaba induzindo o consumidor final a um erro de julgamento no momento em que sai para comprar um amplificador. Atualmente parece que os fabricantes estão adotando uma única norma (aqui no Brasil). Lá nos E.U.A, foi lançada (em 2004) um padrão para apresentação de potência, chamado de **CEA2006 Amplifier Standard.** Muitos produtos lançados na CES ou CEMA 2004 já possuíam esta certificação. Para ver mais visite (**www.jbl.com/car/support/AUTOMEDIA_CEA2006.pdf**) ou procure nos sites de busca por CEA2006.

Mas voltando ao assunto... quando um consumidor desinformado se depara com dois amplificadores distintos: o primeiro marcando 600 Watts RMS e custando US$ 800.00, o segundo marcando 1200 Watts PMPO e custando US$ 350.00; esse consumidor certamente acabará comprando a segunda opção por falta de informação (e parece que alguns “profissionais” dos departamentos de marketing de algumas fábricas amam essas desinformações...). Mais tarde porém, de alguma forma, o consumidor acabará descobrindo que seu amplificador de 1200 Watts PMPO libera, na verdade, apenas 150 Watts RMS ! ! ! Apesar disso ainda há empresas que insistem em apresentar a potência de seus amplificadores sob a forma PMPO, no lugar de RMS...

Não é contra a lei, mas induz o consumidor ao erro e, justamente por este motivo, acredito que os fabricantes deveriam se unir para apresentar potência numa única norma (ou padrão). Isto facilitaria (e muito) a vida de lojistas e consumidores.

A potência PMPO (peak music power output, ou potência musical de pico) não oferece qualquer indicação segura sobre a real capacidade de potência, pois é medida sem qualquer tipo de padronização, o que, invariavelmente, acaba refletindo valores irreais. Tem gente que acredita (e jura de pé junto) que para se achar o valor RMS basta dividir a potência PMPO por 3,6. Ora, isto somente seria verdadeiro se a potência PMPO tivesse uma padronização. Como não tem (até o momento da edição deste livro), não há como estabelecer uma relação entre as duas potências: PMPO e RMS.

O melhor padrão (adotado pelos fabricantes sérios) para se apresentar potência dos amplificadores é o RMS, (route mean square — raiz quadrada da média dos quadrados). Neste padrão é indicando a carga resistiva na saída; a voltagem; a resposta de freqüência do aparelho; o T.H.D; etc. Além do valor da potência RMS, deve-se apresentar o seguinte:

1) Valor da voltagem fornecida ao amplificador para a determinação da potência (podendo variar de 11 a 14,4 Volts);

2) Valor de impedância necessário para que o amplificador libere tal potência. A maioria apresenta a potência com carga de 4 Ohms, mas como alguns amplificadores trabalham com impedâncias menores que 4 Ohms é comum haver uma tabela para diversos valores de impedância (2 Ohms, 1 Ohm, 0,5 Ohm, etc.).

3) A resposta de freqüência do amplificador, sendo que o mesmo deveria responder a todas as freqüências audíveis pelo ser humano. A resposta deve ser, no mínimo, de 20 - 20kHz. (a não ser que o amplificador seja um equipamento dedicado a subwoofers).

4) Variação na resposta de freqüência. A potência RMS deve ser a mesma para os diversos valores em uma faixa de freqüência.

5) Nível de distorção T.H.D que o amplificador atinge ao fornecer tal potência.

Vamos estudar por partes:

1) A voltagem usada: O alternador do carro fornece sempre tensão de 14,4 Volts, mas os amplificadores podem trabalhar com uma certa variação que geralmente vai de 11 até 16 Volts. A maioria dos amplificadores apresenta uma certa sensibilidade a variações de voltagem na alimentação, o que faz com que a potência RMS liberada por esses aparelhos varie um pouco de acordo com a voltagem que recebem. Por isso, de nada adianta encontrarmos em um manual de instruções informações sobre um amplificador que é capaz de liberar 400 Watts RMS, se esta afirmação não especificar o valor da voltagem fornecida ao aparelho no momento da medição. Talvez este amplificador possa realmente liberar 400 Watts RMS... mas só quando estiver recebendo 16 Volts. (veja o quadro a seguir):

Exemplo hipotético da potência RMS de um amplificador em função da tensão de alimentação:

Voltagem na alimentação	Potência
11 Volts	290 Watts RMS
12 Volts	310 Watts RMS
13 Volts	330 Watts RMS
14 Volts	360 Watts RMS
15 Volts	390 Watts RMS
16 Volts	400 Watts RMS

Quando o motor do carro está desligado, o sistema de som consome energia somente da bateria, a qual fornece aproximadamente 12,6 Volts. Quando o motor está funcionando, o sistema de som passa a ser alimentado, também (e, principalmente), pelo alternador, o qual produz 14,4 Volts. A conclusão é óbvia: com um amplificador que só libera 400 Watts quando alimentado com 16 Volts, você nunca terá 400 Watts RMS em seu carro.

A indicação, num manual de instruções, poderia ser apresentada da seguinte forma: **2 x 50 Watts RMS a 14,4 Volts.**

2) A relação existente entre potência, voltagem, resistência e corrente é explicada pela lei de Ohm (veja novamente a **figura 95**). Esta relação nos permite afirmar que: tendo um valor de tensão constante (E), ao baixarmos o valor da impedância (R), teremos um aumento no valor da potência (P). Isto pode ser melhor visualizado assim:

$P = E^2/R$
$P = 14{,}14^2 / 8$.: P = 25 Watts.
$P = 14{,}14^2 / 4$.: P = 50 Watts.
$P = 14{,}14^2 / 2$.: P = 100 Watts.

Isto nos mostra que quanto menor a impedância de um alto-falante (ou de uma associação de alto-falantes), maior será a potência liberada pelo amplificador, até que atinja seu limite de impedância mínima (a qual varia de acordo com a marca e o modelo

do aparelho). Assim, o fabricante provavelmente vai colocar a potência para alguns valores de impedância. Veja como ficaria a apresentação da potência de um amplificador.
50 Watts RMS x 2 a 14,4 Volts a 4 Ohms.
100 Watts RMS x 2 a 14,4 Volts a 2 Ohms.

3) Um bom amplificador deve ser capaz de amplificar, no mínimo, freqüências compreendidas entre 20Hz e 20.000Hz, que é a banda que o ouvido humano pode perceber. Qualquer aparelho que não atenda a esse quesito básico (20Hz a 20kHz) não interessa, pois não terá como reproduzir música de maneira fiel e natural (a não ser que seja um amplificador dedicado a subwoofer). O ideal é que o amplificador possa responder muito mais do que esse intervalo de freqüência, pois dessa maneira pode reproduzir mais harmônicos. Os melhores amplificadores certamente oferecem uma resposta de freqüência de pelo menos uma oitava abaixo de 20Hz e de duas a três oitavas acima de 20kHz. Num manual de instruções isto é apresentado da seguinte forma: **50 Watts RMS x 2 a 14,4 Volts a 4 Ohms (5 a 30kHz).**

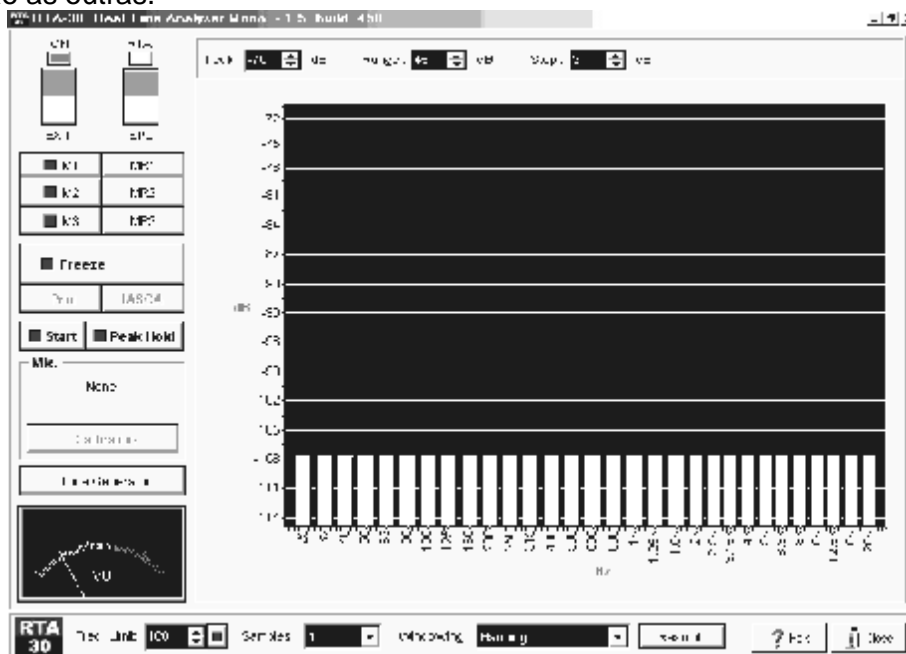
4) Além de conseguir amplificar de 20 a 20kHz o aparelho deverá, também, tratar todas as freqüências com o mesmo respeito, ou seja, amplificar todas com a mesma intensidade. Isto significa que se o amplificador receber um sinal (de 20 a 20kHz), que contenha a mesma intensidade entre as oitavas (este sinal é chamado de ruído rosa – veja a **figura 112**), então, se for um bom amplificador ele amplificará este sinal de maneira uniforme, sem provocar qualquer tipo de desvio ou alteração na intensidade em qualquer freqüência em relação as outras.

Fonte: Software RTA30

Figura 112

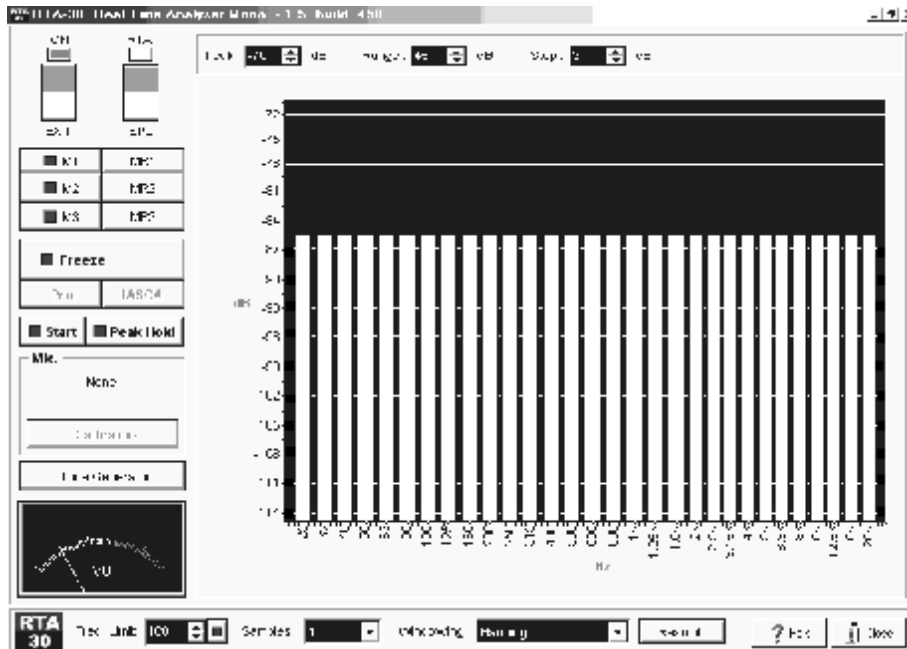
A **figura 113** ilustra o que deveria ocorrer para que a amplificação fosse bem feita.

Fonte: Software RTA30

Figura 113

Aparelhos com qualidade inferior (com baixa linearidade) amplificarão o sinal de forma irregular, fazendo com que algumas freqüências sejam mais favorecidas do que outras. A **figura 114** ilustra este caso.

O amplificador responsável pela figura 114 alterou o sinal original e por isto, independente da potência que é capaz de liberar, é considerado um aparelho com baixa qualidade de amplificação.

Se estiver procurando por um bom amplificador, o desvio máximo permitido (para qualquer freqüência) é de +/- 3dB. Assim, a especificação no manual de instruções ficaria da seguinte maneira: 2x50 Watts RMS a 4 Ohms; 14,4 Volts; (5 - 30 kHz +/- 1dB).

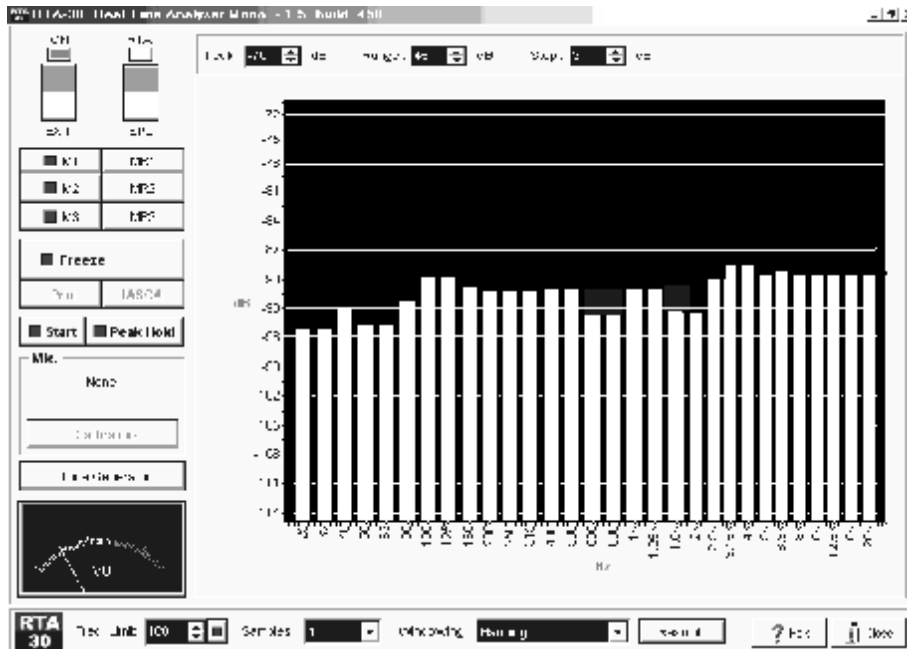
5) É importante que se especifique também qual a distorção que o amplificador produz, pois de nada adianta um amplificador ser capaz de gerar níveis elevados de potência com níveis insuportáveis de distorção. Páginas atrás, estudamos sobre distorção harmônica (T.H.D) e por isso não vou repetir o assunto. Deixo apenas a informação de que o valor T.H.D deve constar na especificação de potência. Sabendo que a T.H.D se acumula ao longo da cadeia de equipamentos (a T.H.D do CD-Player soma-se a do amplificador e assim por diante) devemos dar uma certa preferência para equipamentos com baixos valores de distorção harmônica. Valores abaixo de 1% são desejáveis.

Fonte: Software RTA30

Figura 114

POTÊNCIA RMS CONTINUOUS E PMPO

Existem vários métodos para medir a potência de amplificadores e alto-falantes e, utilizando metodologias diferentes encontraremos valores de potência diferentes para um mesmo amplificador. A potência com a denominação RMS está diretamente relacionada com a energia percebida. É útil para medir a produção de potência equivalente à voltagem. Dessa forma, 10 Volts RMS produzem a mesma potência numa dada impedância, equivalente ao que 10 Volts DC produziriam (num mesmo valor de resistência). Isto se dá por causa da raiz quadrada da soma dos quadrados (Route Mean Square) da voltagem fornecida (na verdade é nada mais que uma média). É medida tirando-se a raiz quadrada da soma dos quadrados de todos os valores de uma senóide.

Se no manual de instruções consta que um amplificador fornece 100 Watts RMS, então ele realmente produz 100 Watts numa onda senoidal perfeitamente arredondada (na impedância determinada pelo fabricante). Como o som que escutamos não é uma senóide com freqüência fixa, mas sim várias senóides complexas, provavelmente vai acontecer que quando utilizarmos música (sem distorção) o amplificador liberará um valor um pouco menor que os 100 Watts. Entretanto se fizermos com que o amplificador aumente sua distorção (clipping), ou seja, se deixarmos o amplificador trabalhar com senóide quadrada, então ele vai liberar um pouco mais que os 100 Watts especificados.

A norma DIN 45000 define diferentes métodos para se medir potência, dependendo do aparelho que será testado (um amplificador ou um subwoofer). Existem 03 métodos diferentes: Continous power, Peak power e Power bandwidth. (vamos considerar apenas os dois primeiros). Para medirmos a potência de um amplificador necessitamos de uma resistência ôhmica com valor preciso, tanto na entrada como na saída. A potência RMS contínua (Continuous power) é medida quando o amplificador é alimentado com sua voltagem normal (algum valor fixo entre 12,6 e 14,4V). É injetada

uma senóide de 1kHz por 10 minutos, no mínimo. A distorção harmônica (THD) não deve ultrapassar a marca de 1 % (note que seu ouvido percebe distorção somente com THD acima de uns 4%) durante este teste. A potência RMS do amplificador é, então, encontrada.

Para medir o Peak power (potência RMS de pico) utiliza-se uma fonte de alimentação, também, regulada mas o tempo de medição é reduzido. Assim valores maiores de potência serão encontrados. Como ambos os testes possuem uma padronização, é possível fazer uma relação entre Continuous Power e Peak Power. Para se encontrar a potência RMS Peak Power, basta multiplicar a potência RMS Continuous Power pelo fator de 1.1.

Já a denominação PMPO (Peak Music Power) indica a potência máxima que um amplificador pode fornecer em algumas condições e/ou circunstâncias especiais, as quais pode ter certeza ABSOLUTA de que NUNCA vai conseguir obter em seu carro. A potência PMPO acaba perdendo o significado porque não tem uma norma (ou padrão) para definir como a potência deve ser medida. Há equipamentos cuja potência PMPO é medida com o amplificador recebendo 15Volts; outros com até 17 Volts. Em alguns casos usa-se uma resistência na saída igual a 1 Ohm, por um período de 5 segundos e com distorção na casa de 15%; em outros casos usa-se resistência igual a 0,25 Ohms, durante 0,5 segundos. É um oba-oba... Na prática a potência PMPO pode apresentar valores que variam entre 4 e 15 vezes a potência RMS Contínua e não é possível saber quando é 4 ou quando é 15 vezes.

TIPOS DE AMPLIFICADORES

Apesar da enorme variedade de marcas e modelos existem apenas dois (2) tipos de amplificadores: os boosters e os de fonte chaveada.

BOOSTER

O booster é um amplificador (parece que só é produzido aqui no Brasil) que possui uma arquitetura bem mais simples e por causa dessa simplicidade no circuito eletrônico os boosters (a maioria) têm uma limitação de potência para algo em torno de 100 Watts RMS por canal, a 14,4 Volts, a 4 Ohms. Alguns boosters trabalham em impedâncias mais baixas e são capazes de fornecer mais do que 100 Watts RMS por canal. São boosters especiais... a maioria se encaixa na categoria entre 35 e 50 Watts RMS, por canal, a 14,4 Volts, a 4 Ohms com distorção que possa ser considerada aceitável.

A impedância mínima de trabalho para a grande maioria é de 4 Ohms, porém existem muitos modelos mais sofisticados que são desenhados para suportarem até 1 Ohm. Com relação à resposta de freqüência, são poucos os fabricantes de boosters que conseguem uma resposta razoavelmente plana, pelo fato desses amplificadores apresentarem uma certa tendência a reforçar as freqüências médias e altas, o que degrada a qualidade do som, mas há, no mercado, boosters muito gostosos de se ouvir. Basta ter um pouco de paciência e procurar o modelo certo para atendê-lo.

Para que um booster amplifique um sinal, ele sempre precisa recebê-lo através das saídas amplificadas da unidade central (saídas amplificadas são aquelas que podem ser conectadas diretamente aos alto-falantes – também chamadas de saídas de baixa impedância) e, por este motivo os boosters fazem, na verdade, uma re-amplificação do

sinal. Como os circuitos que constituem o amplificador interno das unidades centrais são relativamente simples (para ocupar o mínimo de espaço) acabam apresentando resposta de freqüência limitada e distorção mais elevada quando comparadas com as saídas tipo RCA (de alta impedância). Ao receber o sinal já amplificado o booster recebe também a limitação na resposta de freqüência e a distorção da saída amplificada da unidade central e... amplifica tudo !

Por causa da entrada de baixa impedância (entrada amplificada) os boosters não são compatíveis com equalizadores ou crossovers eletrônicos de última geração, os quais somente possuem saídas de alta impedância (RCA), o que acaba com a possibilidade de fazer muitos upgrades no sistema de som. A maioria não permite ligação em bridge ou mono, sendo que para contornar essa limitação alguns fabricantes produzem boosters específicos para subwoofers - apenas 01 canal de entrada e 01 canal de saída ou com 3 (ou ainda 5) canais, sendo 01 canal dedicado ao subwoofer. Nestes boosters com canais ímpares, geralmente há um crossover embutido para fazer o corte de freqüência do subwoofer. No caso dos equipamentos com canais ímpares (e primos), pode-se encontrar crossovers tanto para subwoofer (no canal dedicado a ele) como, também, um passa altas nos demais canais (em aproximadamente 100Hz) já que nestes canais não será utilizado subwoofer. É um amplificador bastante eficiente, muito prático e com boa relação custoxbenefício para sonorizações báxicas.

Como as regras sempre possuem exceções, logicamente existem boosters que apresentam resultados bem melhores ou bem piores que os dos exemplos citados acima. Todavia, a maioria dos aparelhos se encaixa perfeitamente nos exemplos dados, o que garante ao leitor uma noção do desempenho de boosters de um modo geral.

FONTE CHAVEADA

São amplificadores cujo circuito eletrônico possui projeto muito mais elaborado e complexo. Através do uso de conversores, os quais permitem que um transformador toroidal eleve a tensão de entrada, os amplificadores de fonte chaveada, sendo alimentados com 14,4 Volts, podem trabalhar com uma tensão interna muito maior para produzir elevadas potências. São fabricados com potências que variam entre 20 Watts e 3000 Watts RMS. Possuem baixíssimo nível de distorção harmônica (T.H.D) e, apesar da distorção se acumular pelos diversos equipamentos que compõem o sistema, o nível total de T.H.D se mantém muito baixo pelo fato desses amplificadores serem capazes de receber da unidade central o sinal das saídas RCA, as quais possuem um sinal muito mais puro que o das saídas amplificadas (é o sinal retirado diretamente da placa da unidade central antes de passar por qualquer tipo de circuito de amplificação). A grande maioria foi desenvolvida para trabalhar com impedância mínima de saída de 2 Ohms no modo estéreo, porém há muitos modelos capazes de suportar 1 Ohm (e às vezes até 0,5 Ohms) – são os chamados hi-current (ou simplesmente HC). Estes últimos são, geralmente, utilizados quase que exclusivamente em subwoofers.

Quase todos aceitam ligações em bridge e uma boa parte deles aceita, também, ligações em tri-way. A resposta de freqüências é bem linear e mesmo os modelos considerados de baixa qualidade apresentam resposta de freqüência relativamente plana. São fabricados modelos que variam entre 1 e 8 canais; sendo os mais comuns os de 2 e 4 canais. A vantagem de se ter um amplificador multi-canais é que toda a sonorização do carro pode ser feita com um único aparelho. Isto mantém baixos os custos com equipamentos.

Quanto aos recursos, a maioria possui crossover interno com regulagem de freqüência a critério do usuário, o que confere uma enorme flexibilidade ao amplificador.

CLASSES DE AMPLIFICADORES

De acordo com a configuração de funcionamento dos transistores de saída, os amplificadores podem ser classificados em algumas classes. Nem todos são próprios para áudio e dentre os que o são nem todos são fabricados em grandes escalas. As classes mais conhecidas para o mundo do som automotivo são A; B; AB; D e T. A maioria dos amplificadores usa um par de transistores complementares para "empurrar" os alto-falantes. Nas classes B; AB; D e T há um transistor (ou um grupo deles) que conduz energia positiva da fonte interna do amplificador para a parte positiva da senóide e um outro transistor (ou um grupo deles) fica encarregado de conduzir energia negativa da fonte de alimentação para a metade negativa da senóide. Na classe A, o amplificador usa os mesmos transistores para "fazer" ambas as partes (a positiva e a negativa) da senóide.

Os amplificadores das classes A, B e AB operam seus transistores de saída num modo linear, sendo o classe A o mais linear de todos. Os da classe D e T operam num modo chaveado (liga-desliga) – parecido com o funcionamento da fonte chaveada interna deles.

O modo linear de funcionamento dos transistores pode ser descrito com a seguinte analogia: Imagine uma forma de carregar 20 Kg (como seu amplificador imagina uma forma de lidar com um alto-falante com impedância de 2 Ohms). O modo linear corresponde ao jeito mais difícil, ou seja, segurar o peso diretamente à sua frente, com os braços completamente esticados na altura de seu peito (os braços paralelos ao chão). Você estaria fazendo força durante todo o tempo e em breve os músculos de seus braços começariam a arder. A ardência de seus músculos pode ser comparada com a dissipação de potência nos transistores de saída do amplificador que trabalha no modo linear. Como podemos ver, esta forma de carregar o peso não é muito eficiente (mas é muito bonita).

Para explicar o modo chaveado de trabalho dos transistores, podemos continuar com nossa analogia... Imagine agora que possa carregar os 20 Kg podendo alternar a posição para segurar o peso de forma a não se cansar tanto. Na primeira posição pode segurar o peso diretamente sobre sua cabeça com os cotovelos esticados de tal forma que os braços formem ângulo de 90º com o chão. Nesta posição não precisa fazer muito esforço para manter o peso no alto. Depois de algum tempo, você se cansa um pouco e muda de posição. Na segunda posição deixa o peso pendendo ao seu lado com os braços esticados paralelamente ao seu corpo. Isto também não seria muito difícil para seus músculos. Se segura o peso metade do tempo sobre sua cabeça e a outra metade ao longo do corpo, podemos dizer que a posição "intermediária" seria em frente a seu peito (como no modo linear). No modo linear há muita dor muscular (potência dissipada pelos transistores), mas no modo chaveado a dor é muito menor, ou seja, pouca potência é dissipada nos transistores e a eficiência é bem maior. Amplificadores classe D e T apresentam eficiência bem maior que os das demais classes aqui citadas.

CLASSE "A"

Em princípio é a classe mais linear de todas, no que diz respeito à amplificação análoga. Os amplificadores de classe A usam os mesmos transistores para ambas as metades da senóide (para a metade positiva e para a negativa da onda). Nesta

configuração, o transistor de saída está sempre em condução (tem sempre corrente passando através dele), mesmo quando não há sinal de áudio, o que significa que esses transistores de saída nunca são "desligados". Mesmo quando não há sinal de áudio a condução nos transistores de saída é próxima do valor máximo de corrente que flui quando o amplificador está liberando sua máxima potência em cima do alto-falante. O valor mínimo dessa corrente é de cerca de 50% da máxima corrente de carga; por isso um amplificador classe A puro é muito pouco eficiente (rendimento fica abaixo de 40%), consome energia da bateria de forma assustadora (é como se ele estivesse liberando potência máxima o tempo todo) e, consequentemente, fica muito quente (mesmo quando não há sinal na saída). Basta ligar o sistema, nem precisa aumentar o volume para que o amplificador esquente bastante Duas características básicas dessa classe são: Baixa distorção, alta qualidade e baixo rendimento. Muita gente acredita que os classe A apresentam um som melhor do que outros tipos de classe. Embora isso possa ser verdadeiro para certas circunstâncias, posso afirmar que mesmo para um ouvido bem treinado seria "quase impossível" descobrir se o amplificador é classe A ou AB...

CLASSE "B"

Quando em repouso, os dispositivos de saída, sejam eles de estado solido ou a vácuo, são polarizados no limiar do ponto de corte e jamais conduzem simultaneamente, ou seja, quando um dispositivo está conduzindo o outro encontra-se em corte. Praticamente não há qualquer corrente circulando através dos mesmos. Consequentemente também não há dissipação de calor quando em repouso. Nesta classe o próprio sinal de áudio é responsável pela condução dos dispositivos de potência, isso aumenta o rendimento para aproximadamente 70% ou mais. Devido ao fato de ser utilizada toda a curva de corrente dos dispositivos (os extremos da curva são altamente não linear) a classe "B" não possui linearidade em baixas potências e o aparecimento de distorções é inevitável, principalmente a distorção por crossover. A classe "B" não é utilizada em amplificadores de alta fidelidade.

Um amplificador de classe B usa transistores complementares para cada semi-ciclo (para cada metade) da senóide. Um para a parte positiva e outro para a negativa. Quando um transistor está conduzindo corrente o outro está em repouso e cada um deles somente passa a conduzir corrente quando é excitado pela senóide de entrada. Isto aumenta muito o rendimento do amplificador, o que é muito bom. Entretanto, como são necessários 0,6 Volts (medidos entre a base e o emissor) para que um transistor bipolar comece a conduzir, num amplificador classe B haverá uma pequena parte da onda que sofrerá uma distorção, pois durante a transição (ligado – desligado) entre um transistor e outro a parte da onda que cair na faixa abaixo dos 0,6 Volts não será reproduzida fielmente. A parte distorcida da senóide é chamada de distorção de crossover (lembre-se que distorção é qualquer variação indesejada em um sinal, quando comparado com o original). A **figura 115** mostra com o que se parece a distorção de crossover. Um amplificador classe "B" puro não é muito indicado para áudio por causa de sua baixa qualidade de amplificação para baixos sinais.

Figura 115

CLASSE "AB"

Como foi dito há pouco, um amplificador classe "A" é muito pouco eficiente, o que não é nada bom para um amplificador automotivo, devido ao alto consumo de energia. Também foi dito que um amplificador classe "B" causar uma distorção no sinal o que

também não é bom para um amplificador de áudio. Um amplificador classe “AB” foi desenvolvido para sanar esses problemas. Um classe “AB” é, nada mais, nada menos que um classe “B” com um pouco de corrente (a corrente necessária para que o transistor funcione) fluindo através de seus transistores durante todo o tempo, eliminando assim a distorção de crossover. Uma das diferenças entre o classe “AB” e o classe “A” puro é a quantidade de corrente que flui pelos transistores quando não há sinal de áudio. No classe “A” ela é de, no mínimo, 50% do total, enquanto que no “AB” é apenas suficiente para o funcionamento do transistor quando não há sinal de áudio.

A eficiência de um classe AB chega a aproximadamente 60%, ou seja, é muito mais eficiente que um classe A mas sem a distorção do classe B. Cerca de 95% de todos os amplificadores de fonte chaveada são de classe AB.

CLASSE "D"

Também chamado de amplificador Digital. Esta é uma classe genérica que engloba todas as classes de amplificação em que os transistores de saída não operam de forma linear, mas sim chaveados, ou seja, ora estão completamente ligados ora completamente desligados (não confunda transistor de saída chaveado com fonte chaveada...). Funciona como se fosse uma chave comutadora de tensão com modulação de largura de pulso (PWM – pulse-width modulation). Num classe “D” o sinal de entrada é comparado com onda triangular em frequencias bem mais altas que 20kHz (geralemtne em torno de 150kHz) e o sinal resultante passa pelo chaveamento dos transistores num sistema push-pull. A amplificação é obtida com a alta voltagem e corrente que os transistores de saída enviam para os alto-falantes.

A dissipação de calor é mínima e, consequentemente, sua eficiência é alta (em torno de 90%). Infelizmente a qualidade de áudio dos classe “D” é inferior ao dos classe “A” e “AB”; por isso equipamentos de classe “D” são mais utilizados para subwoofers, porque em baixas freqüências a qualidade de áudio deles é bastante aceitável.

A razão para que a configuração linear seja menos eficiente que a chaveada é porque na linear há uma diferença de potencial (voltagem) através dos transistores de saída e corrente fluindo através deles. Quando não há queda de tensão através do dispositivo, então pode haver um aumento significativo de corrente fluindo atraves dele sem dissipação de potência. Isto significa que não haveria muito calor sendo gerado (seria um amplificador muito eficiente). O inverso também é verdade, pois se tem um acréscimo significativo de voltagem através do dispositivo (transistores, fios, etc.) mas não há corrente fluindo através do dispositivo, então não haverá potência sendo desperdiçada sob a forma de calor.

Os amplificadores classe “D” apresentam alta eficiência, o que se traduz em menor consumo de bateria e mais potência disponível. Entretanto, por causa da resposta inferior são utilizados quase que exclusivamente para subwoofers.

CLASSE T:

Desenvolvida pela Tripath, esta classe é relativamente nova no mercado. Seu sistema de funcionamento de transistores é chaveado para obter maior eficiência, tal como acontece com a classe “D”. Alguns estudiosos do assunto afirmam que a classe T seria, na verdade, uma sub-classe da “D”. A diferença é que o classe T nem utiliza PWM (como o classe “D”), nem funciona de forma puramente análoga (como as classe “A” e “AB”). Ele combina os dois modos. Usa circuito análogo e no lugar do PWM, usa um algoritimo de processamento (chamado pelo fabricante de Digital Power Processing - DPP), o qual modula a entrada do sinal com um chaveamento em frequencia muito alta.

De acordo com o fabricante, os benefícios para o consumidor são maior eficiência e maior potência em equipamentos que ocupam bem menos espaço dentro do carro e consomem muito menos energia. Além disso são capazes de garantir a mesma fidelidade de som de um bom classe “AB”.

DICAS PARA COMPRAR UM AMPLIFICADOR

Quem gosta de ouvir música em volume mais realístico ou com mais dinâmica, ou ainda quem prefere um som mais "limpo" e definido em todos os níveis de volume, deve procurar adquirir um amplificador para o sistema de som de seu carro. Independente de seu gosto musical, o som ficará muito melhor com um bom amplificador "empurrando" os alto-falantes.

A escolha do amplificador deve ser bastante criteriosa para atender o sistema que tem em mente. O ideal é comprar PRIMEIRO os alto-falantes e DEPOIS o amplificador ideal para eles. Não compre o amplificador mais caro que existe, mas também não compre um equipamento ruim só para economizar US$ 100.00. Se o dinheiro não dá para comprar um bom amplificador... então guarde-o e espere até juntar dinheiro suficiente.

Há muitas maneiras de se configurar um sistema de som para seu carro. As plataformas mais comuns para sonorizar carros são as seguintes:

A - 02 coaxiais + subwoofer(s)
B - 04 coaxiais + subwoofer(s)
C - 01 kit componente + subwoofer(s)
D - 02 kits componentes + subwoofer(s)

Existem muitas outras, porém essas são as plataformas básicas para cerca de 99% dos sistemas de som para o interior do automóvel. Um bom amplificador de apenas 2 (dois) canais é capaz de atender aos sistemas acima, desde que se utilize uma configuração no modo tri-way. Para as plataformas A e C pode-se usar as seguintes configurações de amplificador:

E – 01 amplificador de 02 canais com ligação em tri-way.
F – 01 amplificador de 03 canais.
G – 01 amplificador de 04 canais com ligação em bridge para o(s) subwoofer(s)
H – 01 amplificador de dois canais para os médios e tweeters e outro exclusivamente para o subwoofer.
I – 01 amplificador de dois canais em bridge para cada alto-falante do sistema.

Para as plataformas B e D (que indicam que haverá alto-falantes tanto na parte da frente como na de trás), poderia usar as seguintes configurações de amplificador:

J – 01 amplificador de 02 canais com ligação em tri-way.
K – 01 amplificador de 03 canais.
L – 01 amplificador de 04 canais com ligação em bridge para o(s) subwoofer(s)
M – 01 amplificador de 02 canais para os médios e tweeters e outro exclusivamente para o subwoofer.
N – 01 amplificador de 04 canais para os médios e outro de 02 canais em bridge (ou apenas 01 canal) para o subwoofer.
O – 01 amplificador de 02 canais em bridge para cada alto-falante do sistema.
P – 01 amplificador de 05 canais.

O amplificador a ser utilizado vai depender muito de suas expectativas. Enquanto que apenas um único amplificador de 02 canais é capaz de sonorizar todo o carro... ele deixa a desejar em aspectos como controle sobre fader e balance, divisor eletrônico embutido, etc. Se quiser aproveitar melhor o sistema, um amplificador de 04 canais é um bom começo. Para os mais exigentes, um sistema bi-amplificado oferece muito mais possibilidades. A escolha deve se basear no que o sistema deverá proporcionar em termos de qualidade, controle sobre freqüências, aproveitamento das funções do amplificador, etc..

Se estiver planejando montar um sistema tipo trio-elétrrico, então experimente amplificadores dedicados apenas aos woofers e outros apenas para os drivers e supertweeters. Assim usa um amplificador mais potente para os woofers para equilibrar a diferença de sensibilidade entre eles e os drivers. Desenvolvi até um software que indica como está o equilíbrio entre os diversos alto-falantes de seu carro. Chama-se **X2Premier** e pode-se fazer o download dele na página: **www.autosom.net/x2**

Se planeja colocar subwoofers em seu sistema (e eu aconselho que os utilize), escolha um amplificador que possua um crossover interno do tipo low-pass. Crossovers eletrônicos embutidos nos amplificadores (Low Pass e/ou High Pass) são recursos muito desejáveis. Por outro lado, recursos tais como, BassBoost; Treble Gain; Bass Gain e luzinhas que acendem de acordo com a música, podem ser considerados como pura perfumaria (coisas que não ajudam no som – só no visual).

Se for usar um amplificador dedicado aos graves, considere a compra de um amplificador mono. Estes são desenhados para alto desempenho em reprodução de baixas freqüências. Normalmente apresentam alguns recursos para ajudar no acerto final da caixa acústica. Alguns amplificadores mono são classe D e você terá mais potência, com menor consumo de bateria e menos aquecimento, além de um aparelho mais compacto do que os classe AB.

Um crossover High-Pass é muito importante se o amplificador for do tipo 4 canais ou se for utilizá-lo para “empurrar” mids ou coaxiais. Este crossover ajuda a eliminar as baixas freqüências, que de outra maneira chegariam aos mids.

Boosters de boa qualidade podem ser utilizados caso o sistema tenha um rádio original de fábrica (OEM) como unidade central ou caso seu interesse seja por um sistema mais simples, sem maiores pretensões. Um pouco de atenção deve ser tomada aqui, pois alguns rádios originais possuem potência muito baixa em suas saídas amplificadas. Em alguns casos a potência chega a ser tão baixa que é insuficiente para excitar corretamente o booster (dependendo da marca e modelo). O resultado é que o som não fica alto de maneira alguma. Numa primeira vista vai parecer que o problema é do booster... mas é o rádio que tem saída muito fraca. Caso isto aconteça, deve-se usar um pré-amplificador para excitar corretamente o booster ou... trocar de unidade central (OEM) por uma que tenha mais potência na saída amplificada (Aftermarket).

Se for usar um amplificador de fonte chaveada com o rádio original, tenha certeza de que o amplificador possui entrada amplificada (de baixa impedância). Caso contrário, basta montar um simples circuito como o da **figura 116** para ligar a saída amplificada da unidade central na entrada RCA do amplificador (nota: rádios originais de fábrica não possuem saídas RCA).

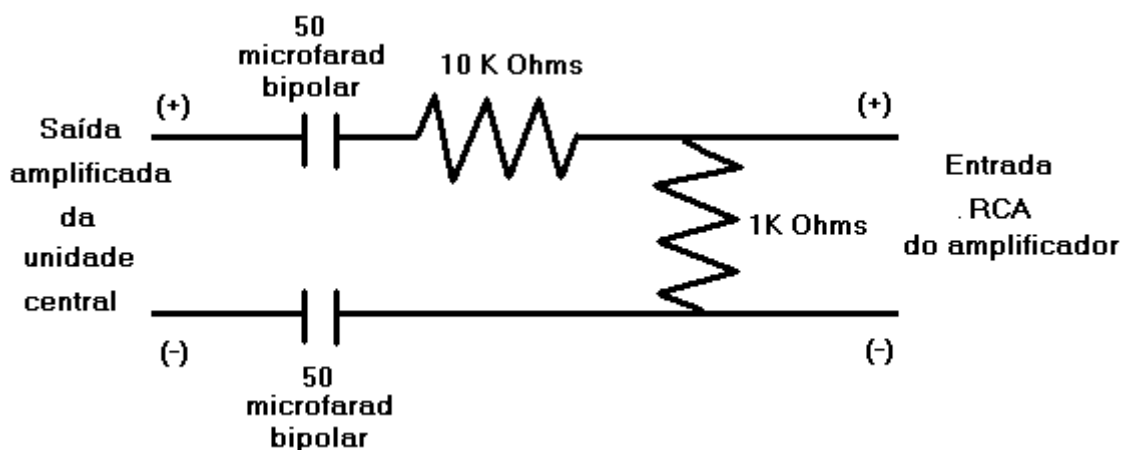



Figura 116

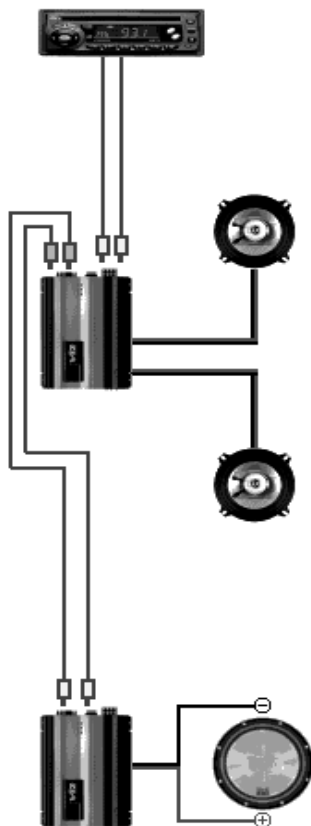
Alguns amplificadores possuem o que chamamos de Preamp Output (ou apenas PreOut) que é uma saída RCA do próprio amplificador a qual permite que se leve sinal para outros amplificadores sem precisar puxar mais cabos RCA lá da unidade central. Também é muito útil quando sua unidade central possui apenas um par de saídas RCA (veja a **figura 117**)..

Fonte: Software X2Premier

Figura 117

Pouca gente é capaz de se lembrar que mais cedo ou mais tarde vai acabar precisando de algum tipo de suporte técnico. Mas posso lhe garantir que jamais esquecerá quando aquele amplificador maravilhoso der um defeito e não existir assistência técnica, nem peças de reposição, nem suporte técnico... nada. Ao escolher um bom amplificador, leve em consideração que deve haver um bom suporte técnico, pois pode ser necessário um dia.

DICAS PARA INSTALAR UM AMPLIFICADOR

A dica mais importante: Leia o manual de instruções ANTES de começar a instalação.

Quando for instalar o amplificador, é importante lembrar que a instalação deve permitir fácil acesso para manutenções. Lembre-se de que não está construindo um tanque de guerra, mas sim um sistema de áudio onde manutenções serão feitas com

certa regularidade. Instale todos os amplificadores em um mesmo local. Isto simplifica a colocação de cabos, evitando que os fios tenham que fazer muitas voltas.

Não faça emenda nos cabos que ligam o amplificador, principalmente os cabos RCA. Existem terminais apropriados para instalar qualquer amplificador SEM PRECISAR USAR FITA ISOLANTE OU EMENDAS. Se fizer um trabalho e depois disser: *" _ É exatamente o que a fábrica teria feito"* – Bem, então podemos dizer que fez de forma correta.

Para amplificadores com conectores que utilizam parafuso para travar os fios, utilize um terminal do tipo garfo (pode soldar o terminal ao fio se achar necessário).

Não use o amplificador abaixo da impedância mínima. Lembre-se que se fizer uma ligação em tri-way a impedância deve ser o dobro do mínimo tanto para a ligação em estéreo quanto para a ligação em mono.

O local deve permitir fácil resfriamento da carcaça. Uma das funções da carcaça do amplificador é justamente a de dissipar o calor gerado pelos transistores de potência. Sabendo que o calor sempre sobe, deve-se instalar os amplificadores de forma que eles nunca fiquem com a carcaça de ponta-cabeça (i.e.: voltada para baixo).

Nunca instale um amplificador sob o carpete ou parafusado justamente na parede de fogo que divide o habitáculo dos passageiros do habitáculo do motor. Alguns amplificadores possuem um ventilador interno para puxar o ar quente de dentro do aparelho e lançá-lo para o meio exterior. Esses ventiladores necessitam de um certo espaço ao redor deles para que funcionem corretamente. A melhor posição é a que deixa os ventiladores puxando o ar quente e lançando para fora do amplificador no sentido de baixo para cima.

O amplificador deve ser fixado em local firme. O mais prático é fixá-lo na parte de trás do banco, usando-se uma pequena chapa de madeira entre a lata do banco e a carcaça do aparelho para que os parafusos não se afrouxem com o tempo. Use TODOS os parafusos para fixar seu amplificador. Tem gente que só usa dois (quando o aparelho possui local para 4 ou 6). A importância disso é que na hipótese de algum acidente com o carro, o amplificador poderia se soltar, quebrar o tampão traseiro (no caso de carros Hatch) e acertar o corpo de algum ocupante. Isso sem falar que mesmo sem acidentes o amplificador pode se desprender e a fiação ser arrancada dos conectores, podendo causar um curto-circuito. Não permita que a carcaça do amplificador fique fixada diretamente sobre a lataria do carro. Para isto pode até usar aquelas borrachinhas que acompanham os parafusos de alguns aparelhos... mas eu prefiro indicar mesmo uma chapa de madeira como material isolante. Parafuse a madeira na chapa do banco de modo que a cabeça dos parafusos fique um pouco enterrada nela, de forma a não terem contato com a carcaça do amplificador para que não haja aterramento da carcaça. Depois parafuse o amplificador na madeira, tomando cuidado para que os parafusos não atravessem a chapa, o que provocaria o aterramento da mesma.

Passe o cabo RCA longe de qualquer cabo de energia. Normalmente o RCA deve passar pelo meio do carro. O cabo de energia deve ser passado de um lado do carro, os cabos paralelos do outro lado e o RCA pelo meio. Veja as **figuras 118 e 119**. Ambas mostram como se deve passar os fios pelas laterais de um carro. Observe que os fios estão presos com fita (Silver Tape) e que o carpete foi completamente removido.

Fonte: Revista – Som&Carrro

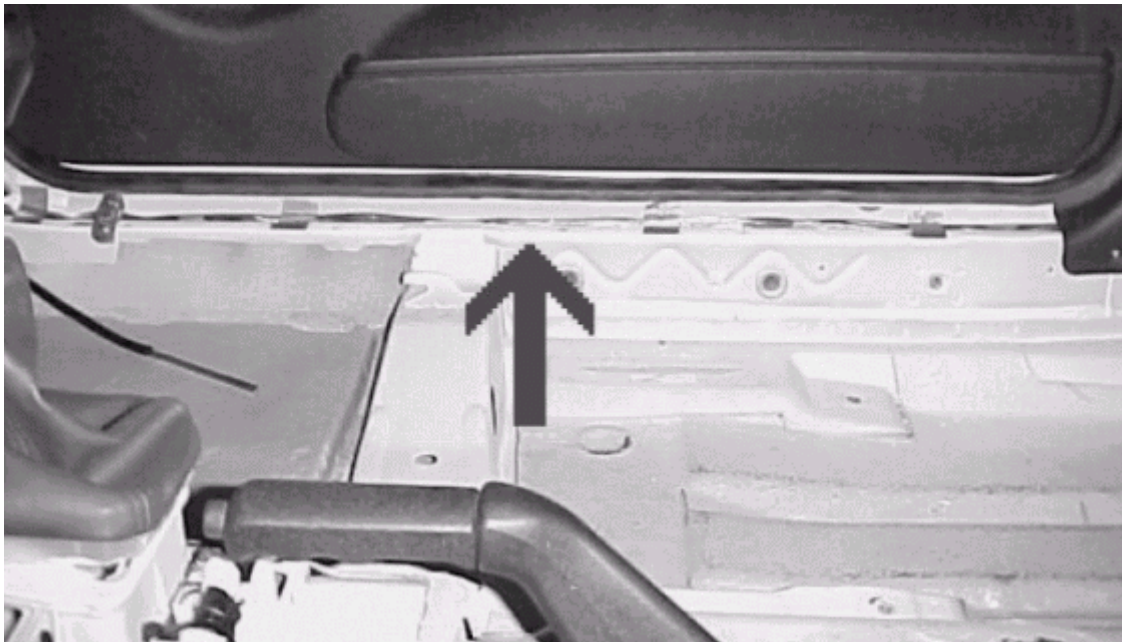
Figura 118

Se tiver que cruzar o RCA com o cabo de energia deixe-os em ângulo de 90º para evitar problemas com indução de ruídos.

Um bom plug RCA é aquele que consegue se segurar firmemente na fêmea e garantir um bom aterramento. Plugs ruins podem ser os culpados por ruídos no sistema.

Nunca utilize o 3º fio do RCA como acionamento p/ amplificadores.

Se precisar furar alguma parte da lataria do carro tome cuidado para não danificar conduítes de freio, combustível, etc. Verifique o que existe por trás da lata que quer furar. Para que a furadeira não fique fazendo ziguezague na lataria, use uma peça chamada punção para marcar bem o local do furo e não deixar a broca escorregar.

O cabo para acionamento do amplificador pode ser fino – 12AWG está de bom tamanho. Já o cabo para alimentação deve ser bem dimensionado. Use uma tabela para calcular qual a melhor bitola para o seu caso. Utilize, também, um fusível próximo ao polo positivo da bateria (uns 20 ou 30cm no máximo, ou antes que o cabo passe por qualquer parede de metal).

Fonte: Revista – Som&Carrro

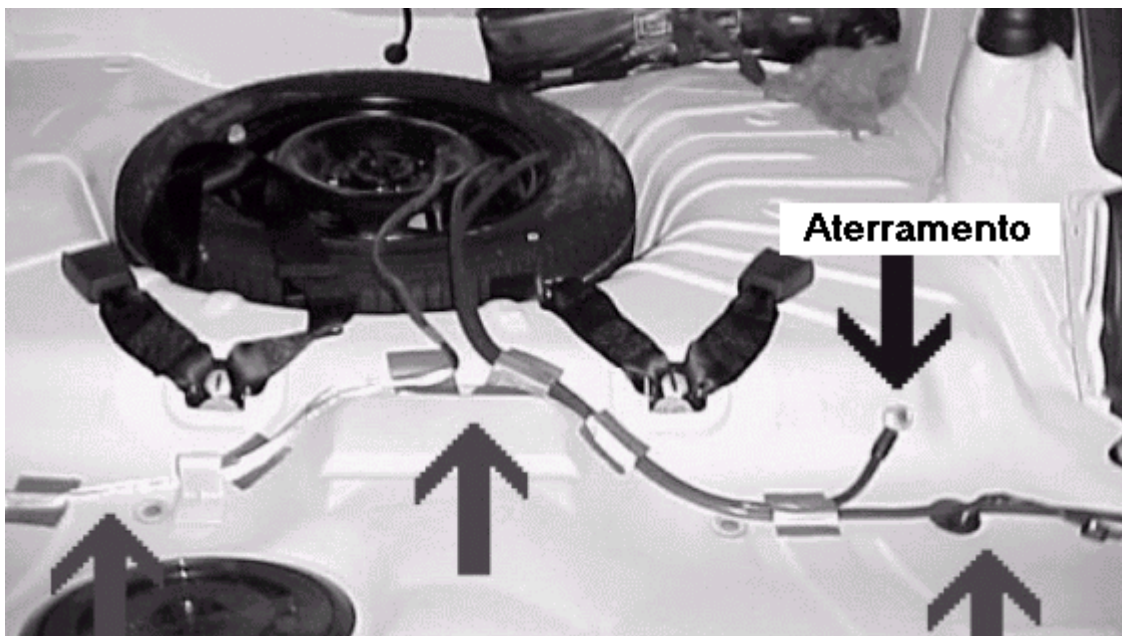



Figura 119

Fonte: Revista – Som&Carrro

Figura 120

Quanto ao cabo para aterramento, ele deve ser de mesma bitola do positivo (apesar de que sendo mais curto ele poderia ter bitola menor... mas é melhor deixar o sistema super dimensionado do que apenas dimensionado) e deve fazer com que este cabo tenha contato direto com a lataria do carro, ou seja, sem o verniz, sem a tinta, sem o fundo da pintura. Lixe uma pequena área da pintura e depois utilize um parafuso do tipo prisioneiro para fazer a fixação – veja a **figura 120** (canto direito com a seta que aponta

para baixo). Se estiver usando mais de um amplificador, é preferível que aterre cada um em local separado (não aterre todos num mesmo lugar).

Recomendo que sempre use um relay para acionar os equipamentos. Isto evita a queima da saída de acionamento da unidade central caso haja uma grande demanda de energia no fio de acionamento (quando o amplificador – ou conjunto deles – suga muita energia).

Verifique se o sistema elétrico do carro é capaz de fornecer energia para o som. Muitos carros 1.0 possuem alternador capaz de produzir entre 55 e 65 ampères o que é o suficiente para um sistema de som de uns 200 Watts RMS. Carros com motor 2.0 para cima, geralmente possuem alternadores que garantem uns 90 ampères. Isto é suficiente para sistemas de até 500 Watts RMS. Infelizmente, podemos encontrar (principalmente nos carros 1.0) alternadores que produzem apenas 35 ampères. Isto suportaria um sistema com, no máximo, uns 100 Watts RMS.

O projeto original de um carro não prevê um sistema de som com 300 Watts RMS de potência... às vezes o fabricante nem previu a utilização de muitos equipamentos elétricos (como vidros elétricos, ar condicionado, desenbaçador do vidro traseiro, etc.). Se precisar de mais potência do alternador deve trocá-lo por um mais forte ou mandar rebobinar o original. Para saber se é necessário substituir o alternador, é preciso saber se ele não está dando conta do recado. Conheci um método simples (não científico) para descobrir a capacidade de reserva que o fabricante deixa para o alternador. Pegue a capacidade de seu alternador e multiplique por 40% (teoricamente esta é a reserva que o fabricante deixa). O resultado vai dar uma idéia da capacidade de reserva elétrica do carro. Se o alternador gera até 100 ampères, então teremos 100x40% = 40 ampères de reserva para qualquer eventualidade (neste caso para seu sistema de som). Um sistema de som que consuma até 40 ampères vai estar dimensionado para a capacidade do sistema elétrico. A bateria irá suprir apenas o consumo de pico que por ventura ultrapasse esses 40 ampères (o exemplo é para o carro com o motor ligado, onde o sistema de som consume energia do alternador). Enquanto o motor estiver ligado, todos os sistemas elétricos estarão consumindo energia do alternador. A bateria, inclusive, será mais uma carga para o alternador. O único momento em que a bateria vai fornecer energia será quando algum equipamento tiver uma demanda de corrente maior do que o alternador for capaz de fornecer de imediato. Um alternador de 100 ampères não fornece 100 ampères por tempo integral, a não ser que haja uma demanda por 100 ampères naquele momento. Se as lâmpadas de cortesia começarem a piscar (tremeluzir) quando o som estiver em alto volume (principalmente nas passagens de baixas freqüências), é sinal de que o sistema elétrico não está suportando a demanda. Neste caso uma solução simples pode ser a instalação de um mega-capacitor (mais adiante veremos isso).

Muita gente gosta de usar o famoso som pra fora... É muito comum deixarem seus carros com o sistema de som ligado até descarregar completamente a(s) bateria(s) (e depois passar a vergonha de ter que sair empurrrando o carro). Para resolver esse problema de falta de bateria na hora de dar a partida no motor, depois de horas de bagunça, experimente usar uma chave (ou qualquer outro circuito) para isolar as baterias. Isole a bateria dedicada ao motor de partida da bateria do sistema de som. Assim poderá descarregar completamente a bateria dedicada ao som enquanto que a bateria para o motor permanecerá com plena carga. Existem várias maneiras para se fazer isso. Pode ser feito com solenóides, com diodos e relays, com uma chave do tipo liga-desliga ou mesmo com um disjuntor (funcionando como uma chave liga desliga) – veja a **figura 121**.

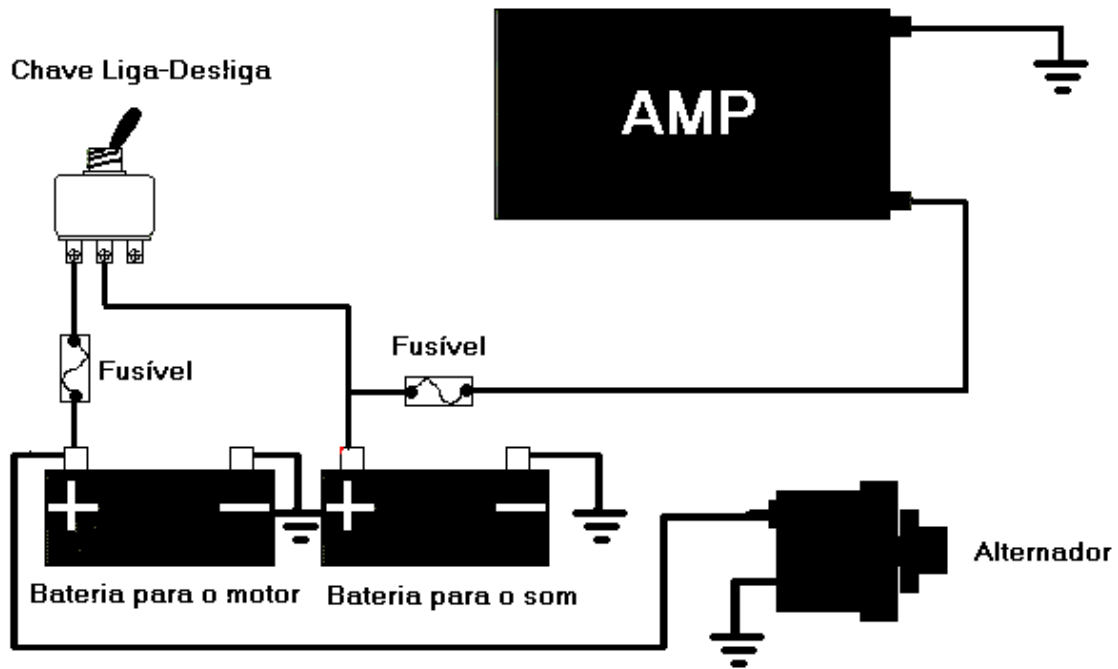



Figura 121

AVALIAÇÃO DOS LOCAIS PARA A INSTALAÇÃO DE UM AMPLIFICADOR

Antes de fixar os amplificadores, devemos levar em conta três regras, que são consideradas básicas para a escolha de um bom local para a instalação:

1 - Todos os amplificadores devem ser montados o mais solidamente possível.
2 - O amplificador deve sempre ser fixado em local que permita fácil acesso para regulagens e manutenção (principalmente os fusíveis).
3 – Deve ser montado em local que favoreça uma boa dissipação de calor. Anomalias no funcionamento, tais como: interromper o som por alguns instantes, baixar o volume do som por algum tempo ou aquecer até queimar algum circuito eletrônico, podem ser causadas por falta de dissipação adequada. Fazer um amplificador trabalhar com superaquecimento reduz drasticamente sua vida útil (que teoricamente deve ser de uns 60 anos).

Os melhores locais para se instalar um amplificador variam muito de carro para carro, bem como de capacidade e/ou criatividade do profissional que está fazendo o serviço. De qualquer maneira, existem os locais óbvios:

Sob os bancos dianteiros;
Sob o banco traseiro;
No porta-malas.

Instalar os amplificadores sob os bancos dianteiros apresenta algumas vantagens, tais como deixar os amplificadores escondidos e não interferir na utilização de nenhuma área do carro. Dependendo do tamanho do amplificador e do espaço que possa existir sob o banco pode ser que o local favoreça uma boa ventilação do aparelho, não sendo

necessário investir em coolers. É um bom local para quem possui ou um pequeno amplificador ou um razoável espaço sob o banco dianteiro.

As desvantagens, porém, superam as vantagens e fazem com que não seja um bom local para se instalar o amplificador. Na maioria dos carros não haverá muito espaço, dificultando o acesso ao amplificador e, fazendo com que seja necessária a remoção do banco em caso de manutenções simples. Em alguns carros há cabos de aço passando por baixo do assento. Estes cabos se movem quando afastamos o banco para frente ou para trás e podem facilmente danificar o amplificador ou provocar curto-circuito. Como nem todos os amplificadores são pequenos, pode ser que não haja espaço suficiente sob o banco para permitir boa circulação de ar. Isto sem falar que o amplificador pode ser danificado pelos pés de algum passageiro do banco de trás.
Uma alternativa seria instalar o amplificador sob o banco traseiro. Poucos carros apresentam espaço suficiente para a instalação de amplificador neste local. Como vantagem posso dizer que não interfere no uso normal de qualquer área do carro e o amplificador fica completamente escondido, além da facilidade para manutenção. Mas, mais uma vez as desvantagens superam as vantagens e verificamos que sob o banco traseiro só cabem amplificadores de pequeno (no máximo médio) porte. O local não oferece boa ventilação e existe um grande risco de haver um curto-circuito por causa das varetas metálicas existentes sob o banco.

Com esses locais descartados, chegamos finalmente no porta-malas. É, de longe, o melhor local para se instalar amplificadores e temos como principais vantagens o fato de poder fazer acabamento em forma de racks para instalar o amplificador no assoalho, na lateral ou então, atrás do banco, da maneira que sua imaginação mandar. É muito mais fácil de fixar firmemente o amplificador; haverá boas condições para dissipação do calor gerado pelo amplificador e facilidade de acesso ao aparelho em caso de manutenção. Além disso pode-se instalar vários amplificadores num mesmo local. A única desvantagem (que nem deve ser levada em conta) é que há uma pequena redução na área útil do porta-malas.

CAPÍTULO 7

OS RECURSOS DE UM CD-PLAYER

Anos atrás os recursos dos CD Players se resumiam a ajustes de graves e agudos (bass / treble) e em alguns aparelhos havia também o loudness – que na prática não deixa de ser uma pré-equalização de graves e agudos.

Atualmente aparelhos de CD-Players apresentam tantos recursos que a maioria dos usuários (e instaladores) não consegue ajustá-los corretamente. O resultado, como não poderia deixar de ser, é um sistema subdimensionado. Dessa forma é comum encontrar CD-Players sofisticados “tocando” pior que aparelhos “pé-de-boi”.

PSICO-ACÚSTICA:

Cerca de 30 anos atrás um colecionador de antiguidades adquiriu um grande "apito" pré-colombiano de argila num leilão. Os apitos eram parecidos com garrafas e de acordo com estudos realizados eram, na verdade, instrumentos psico-acústicos altamente sofisticados, usados há pelo menos 2 500 anos por culturas andinas para produzir estados alterados de consciência. De acordo com as pesquisas, sete apitos (de tamanhos diferentes), tocados ao mesmo tempo, poderim gerar em todos os ouvintes um estado de consciência idêntico ao da meditação Zen.

Psico-Acústica é o estudo sobre a percepção subjetiva, humana, do som, ou seja, é o estudo dos efeitos que alguns sons provocam nas pessoas (física e emocionalmente falando) depois de processados pelo cérebro. Estudos sobre psicoacústica estão presentes em nosso dia-a-dia nos objetos mais inesperados, indo desde liquidificadores e aspiradores de pó (sim, estão fazendo pesquisas para tornar o som deles menos irritante...) até automóveis.

Um bom exemplo de psico-acústica é ...

CAPÍTULO 8

CABOS

Todo e qualquer cabo possui 3 componentes elétricos que são: resistência, capacitância e indutância. Alta resistência diminui a intensidade do sinal de áudio (algo parecido com colocar uma resistência em série com o alto-falante). Alta capacitância pode criar ...

CABOS RCA:

Apesar da seleção de componentes e técnicas de instalação, alguns sistemas de som automotivo são mais suscetíveis a ruídos do que outros. Para começar, o problema de ruído causado por indução ocorre com maior freqüência em carros com muitos acessórios acoplados quando se utiliza equipamentos de áudio com entradas e saídas RCA, principalmente os que trabalham com níveis relativamente baixos de sinal (abaixo de 2 Volts). Devemos ter maior cuidado com sistemas para competição ou

demonstração. Para sistemas do dia-a-dia também é necessário um certo cuidado, porém as coisas neste patamar não são tão críticas, pois o desenho do cabo de sinal não chega a ser um problema. Tudo o que devemos fazer é tomar os cuidados padrões para que a fiação seja bem instalada no automóvel. A grande maioria dos cabos convencionais RCA normalmente não representa problema algum nesses sistemas e, quando ocorre algum tipo de ruído, geralmente é problema de instalação ou algum equipamento com defeito. Raros são os casos em que o problema encontra-se no veículo...

CONECTORES RCA:

Conectores RCA foram primeiramente usados para conectar estágios de circuito a um componente qualquer. Por exemplo, nos rádios antigos a válvula, a conexão entre os estágios de IF (freqüência intermediária) para os de AF (freqüência de áudio) podiam ser feitos com cabos (bem curtos) coaxiais e conectores RCA. Os conectores eram chamados de conectores RCA phono porque naquela época os cartuchos magnéticos podiam ser conectados aos amplificadores através de um encaixe. Em inglês ficaria: Removable Cartdrige Amplifier...

CABO DE FORÇA:

Depois de escolher com cuidado o amplificador e de ter decidido sobre o local para fixá-lo, é necessário dimensionar a bitola do cabo que levará energia da bateria até ele. É neste momento que muitas pessoas acabam com a boa performance de um amplificador. Economizar dinheiro nos cabos de energia é como “calçar” um carro de corridas, que atinge 270km/h, com pneus recauchutados. O pior de tudo é que economizando muito nos cabos, a própria segurança do carro fica comprometida...

BATERIAS E VASOS DE 2,1 VOLTS

As duas características mais importantes de uma bateria são a tensão e a sua corrente.

Tensão: é a voltagem que a bateria é capaz de fornecer e é medida em volts: 12,6V, por exemplo. Quanto maior a voltagem fornecida a um equipamento elétrico, melhor ele funciona, até que, ultrapassando seu limite, ele queima. Por essa razão, quando o motor do automóvel está ligado e fornecendo 14,4V os amplificadores fornecem mais potência. Como amplificadores trabalham com até 17V, sem maiores problemas, alimentá-los com essa tensão faria com que eles liberassem mais potência ainda.

Corrente: medida em Ampéres/hora(Ah) é o tempo durante o qual uma bateria é capaz de fornecer a energia necessária à operação de um sistema. Uma bateria de 70Ah é capaz de fornecer uma corrente de...

VASOS DE 2V:

Em veículos de SPL pode-se usar vasos de 2,1V para se obter cerca de 15V e com isso aumentar o rendimento dos amplificadores. Amplificadores podem fornecer muito mais potência quando alimentados com tensão maior que 12,6V. Com um sistema de 2,1V (o vaso de expansão) sobre a bateria normal, temos 14,7V com o motor desligado e cerca de ...

CAPÍTULO 9

CAPACITOR

É usado em tudo que é componente eletrônico. Nas instalações de som automotivo, além de estar nas placas de circuitos dos equipamentos, ainda é usado (sozinho ou juntamente com indutor e resistor – no que chamamos de crossover) para fazer corte de freqüência nos alto-falantes ou para ajudar o amplificador quando o mesmo precisa de uma quantia extra e instantânea de energia.

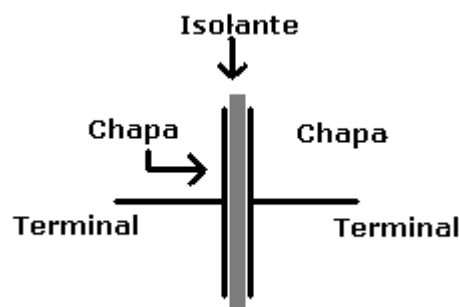
Um capacitor é composto por duas chapas, de material condutivo, que ficam separadas por um material isolante - veja a **figura 122**.

Fonte: Revista Som&Carro

Figura 122

O valor de um capacitor (sua capacitância) é determinado pela área da superfície total das chapas e pela distância entre as mesmas, a qual é determinada pela espessura do isolante. Este valor é dado em microfarad (1 farad dividido por 1.000.000).

Capacitores possuem uma capacidade armazenamento de energia. Na **figura 123** temos dois capacitores com capacitâncias diferentes. Apesar de terem capacitância diferente, ambos ...

CAPACITORES DE FILME

Muitos capacitores de baixa capacitância apresentam um isolante de plástico (polietileno, polipropileno...) entre as chapas. Algumas vezes as chapas são compostas por um filme metalizado num dos lados do material plástico. Adicionando camadas ou incrementando o ...

CAPACITORES ELETROLÍTICOS:

Capacitores eletrolíticos são mais complexos que os de filme. São usados para maiores valores de capacitância e (geralmente) consistem de duas camadas de folha de...

EXCESSO DE VOLTAGEM

Todos os capacitores têm uma especificação de voltagem. Isto informa quanta voltagem o dielétrico (isolante) pode suportar antes de permitir que passe corrente DC entre as chapas. Às vezes um capacitor tem uma voltagem de trabalho e uma voltagem de pico. A voltagem de trabalho informa a voltagem que o capacitor pode suportar durante ...

MEGA CAPACITORES (16 VOLTS E 20 VOLTS)

Capacitores de grande capacitância (acima de 0,5 Farad) estão disponíveis em duas voltagens de trabalho (16 e 20 Volts). A especificação de voltagem informa sobre o valor...

SOBREAQUECIMENTO E VENTILAÇÃO

Um capacitor eletrolítico vai sofrer sobreaquecimento se for sujeito a condições adversas, tais como uma sobrevoltagem ou se for ligado com polaridade invertida. Isto vai causar uma espécie de ...

MEGA-CAPACITORES (STIFFENING)

Um mega-capacitor é usado em som automotivo conectado ao amplificador do mesmo jeito que ...

CARREGANDO UM MEGA-CAPACITOR

Quando se conecta um mega-capacitor ao sistema elétrico do carro, deve-se carregá-lo ...

CAPÍTULO 10

FUSÍVEIS

Um fusível é um dispositivo de segurança e pode ser visto como sendo um interruptor que age contra excesso de energia num determinado circuito. É colocado em série num circuito para proteger contra excesso de corrente. O fusível protege mesmo é a ...

TEMPO DE ABERTURA

Um fusível de 30A não vai abrir com 30A de corrente passando por ele, pois foi projetado para permanecer inalterado até o valor de sua especificação. Também não vai abrir (leia-se: queimar) com 31A. O tempo de abertura de um fusível ...

TIPOS DE FUSÍVEIS E SUAS APLICAÇÕES

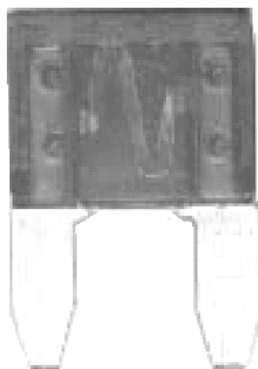
Para automóveis há uma boa variedade de fusíveis. Todos possuem o mesmo princípio de funcionamento, mas diferem em formatos e tamanhos para atender melhor a determinadas aplicações. Atualmente temos os mini fusíveis de plástico – veja a **figura 134** – que estão sendo muito utilizados na placa traseira das unidades centrais. Podem ser encontrados com valores entre 2A e 30A e sua cor é usada para definir sua capacidade

Fonte: Basic Car Audio

Figura 134

Fusíveis do tipo ATC / ATO – veja a **figura 135** – são os mais comuns nos automóveis. Também são de plástico e sua cor define sua capacidade. São maiores que os mini fusíveis (quase o dobro do tamanho) e podem ser facilmente encontrados em qualquer ...

CAPÍTULO 11

CROSSOVERS

A necessidade dos crossovers se dá pelo fato de nenhum alto-falante ser capaz de (sozinho) reproduzir todo o espectro de freqüências audíveis pelo ser humano. O ideal

é que cada alto-falante receba somente o sinal correspondente à faixa que é capaz de reproduzir. Para viabilizar isto precisamos de algo que possa receber o som completo e dividi-lo em partes (ou vias), para somente depois enviar cada uma dessas partes aos respectivos alto-falantes. O equipamento capaz de fazer essa divisão e distribuição é chamado de crossover.
É justamente por isto que os sistemas de som são projetados com ...

INDUTORES E CAPACITORES

São três os componentes usados em crossovers passivos. São eles: Resistores; Indutores e Capacitores. Deixaremos de lado, por hora, os resistores.

Um indutor é simplesmente uma bobina de fio enrolado em volta de um núcleo de ar ou de...

FILTROS

Crossovers usam dois tipos de filtros para dividir as freqüências:

HIGH PASS ou HP ou Passa Alta
LOW PASS ou LP ou Passa Baixa

O filtro do tipo HIGH PASS ou HP permite a passagem de freqüências acima ...

FREQÜÊNCIA DE CORTE

A freqüência pré-determinada para os filtros é chamada de “freqüência de corte”. Está a –3dB em relação ao...

OITAVA

Oitava é o dobro ou a metade de uma freqüência. Exemplo: Uma oitava acima de 100Hz é 200Hz. Uma oitava abaixo de 8400Hz é 4200Hz...

O QUE É dB

O símbolo dB é a abreviação para decibel e é uma medida para comparar duas grandezas quaisquer. Para medir dB é necessário comparar duas grandezas. Quando queremos dizer que alguma coisa dobrou (de tamanho ou quantidade ou peso, etc.), podemos dizer que ela está com + 3dB. Quando alguma coisa foi dividida por 2 podemos dizer que ela está –3dB.

Exemplo 1:

O QUE É dB/OITAVA

A razão na qual as freqüências são atenuadas é chamada de "slope" ou taxa de atenuação. Slopes são ...

ORDEM

O número de indutores e capacitores usados num crossover passivo determina sua ORDEM. Um crossover de primeira ordem usa ...

PASSIVOS E ATIVOS

Podemos dizer que os crossovers se dividem em duas categorias: Passivos e Ativos. A grande diferença entre os dois está ...

LOCAL PARA A INSTALAÇÃO DE CROSSOVER PASSIVO

Não se pode dizer que existe um local mais adequado que outro. O que há são recomendações... Crossovers passivos devem ser instalados num local que seja seco e, de preferência, próximo ao alto-falante para que a resistência ôhmica do cabo seja

mínima. Entretanto não deve ficar muito próximo pois o campo magnético do ímã pode provocar algumas variações indesejáveis no crossover.

Se deseja projetar um sistema de som com grande fidelidade, não tenha receio de usar crossovers passivos. Já tive a oportunidade de ouvir vários sistemas com crossovers passivos e posso garantir que soavam extraordinariamente naturais.

ATIVOS:

Crossovers ativos são feitos com componentes eletrônicos de maior precisão e sendo instalados antes dos amplificadores, fazem o corte de freqüência antes do som ser amplificado. Isto tem suas implicações, sendo a principal delas, a ...

LOCAL PARA INSTALAÇÃO DE CROSSOVER ATIVO

Ao usar um crossover eletrônico, supõe-se que esteja utilizando mais de um amplificador e, portanto deverá estar colocando esses amplificadores no porta-malas. Neste caso, um bom local para se instalar o crossover eletrônico é próximo dos amplificadores, pois dessa maneira usa-se cabos RCA mais curtos, eliminando a chance de aparecimento de ruídos.

ESCOLHA DO CROSSOVER

O tipo de crossover a ser utilizado num projeto depende da filosofia do projetista; do investimento a ser feito e, da quantidade de canais de amplificação disponíveis. Um sistema pode ser montado com apenas um amplificador de dois canais e crossovers passivos (veja a figura 156), entretanto esta solução acaba se mostrando muito trabalhosa por causa do crossover LP para o subwoofer, o qual consome muito material (indutores grandes). Para diminuir o custo o ideal é utilizar um divisor ...

AJUSTE DE SISTEMA HÍBRIDO COM AMPLIFICADOR DE 4 CANAIS

O texto a seguir trata dos ajustes finos para uma plataforma muito utilizada que consiste num kit original (ou kit componente) com subwoofer e um amplificador de 4 canais. Dois canais do amplificador devem ser usados para o subwoofer e os outros dois para os demais alto-falantes como na **figura 160**. Os passos seguintes fornecem uma orientação segura para um realizar um ajuste preliminar desse tipo de sistema.

1 – Supondo que o crossover ativo do amplificador é de 12dB/8ª (slopes mais elevados são bem vindos), use o filtro HP do amplificador para fazer o corte dos mids na freqüência mais...

DICAS

Sendo o resultado de uma associação de componentes eletrônicos como capacitores, resistores e indutores, a performance e a qualidade de um crossover vão depender da qualidade desses componentes e da maneira como estiverem dispostos.

Muitos estudiosos afirmam que slopes de 6dB/8ª deveriam ser utilizados apenas para filtros do tipo LP, pois uma queda de 6dB/8ª para HP não garante uma proteção adequada para mids ou tweeters. Na prática, porém, crossovers com 6dB/8ª são utilizados, com sucesso, em tweeters profissionais nos sistemas trio-elétrico, com corte de freqüência (F3) em 18.000Hz e em mids de 5” e 6” com corte em aproximadamente 400Hz. Estes cortes são mais altos, justamente devido à fraca atenuação do crossover de primeira ordem.

Para crossovers de primeira ordem, aconselha-se a efetuar o corte HP em freqüência 3 a 4 vezes maior que a de ressonância do alto-falante. Nos de segunda ordem aconselha-se que a freqüência de corte HP esteja, no mínimo, 2 a 3 vezes acima da freqüência de ressonância. Para crossovers de 3ª e 4ª ordens, uma oitava já é o suficiente. Entretanto, para sistemas automotivos, aconselha-se fazer o corte HP do mid na freqüência mais baixa possível (o que nem sempre será a freqüência ideal) a fim de que o subwoofer também possa receber corte LP em freqüência baixa o suficiente para que o palco não seja deslocado para a parte da frente do carro. Naturalmente isto não é uma regra rígida a ser seguida, trata-se de um aconselhamento sobre um ponto de partida.

Um erro comum é achar que...

CAPÍTULO 12

RELAYS

Relays (relés ou relês) são componentes muito usados no sistema elétrico do automóvel. Se for retirada a tampa que cobre a caixa de fusíveis de um carro notaremos que nas laterais há uma meia dúzia de relays, os quais controlam desde um pisca-pisca até o ar condicionado do carro.

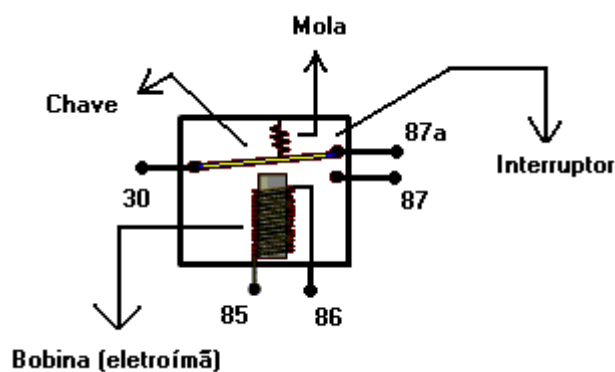
Um relay pode ser definido como uma pequena máquina - veja a **figura 162** - composta por uma bobina (um eletroímã); um interruptor (com uma chave) e uma mola

Fonte: Basic Car Audio

Figura 162

Os números (30, 85, 86, 87 e 87a) são pontos onde podemos fazer as ligações no relay...

CAPÍTULO 13

EQUALIZADORES

Equalizar significa tornar alguma coisa igual a outra.

O maior desafio de uma máquina copiadora é o de deixar a cópia igual ao original. No mundo do som automotivo equalizar significa tornar o som que se ouve igual ao som que foi produzido no exato momento da gravação.

O equalizador é um aparelho que permite fazer ajustes, na forma de reforço ou atenuação, em várias faixas de freqüências (cobrindo todo o espectro audível) com a

finalidade de deixar o som que ouve igual ao som que foi gravado - nem mais, nem menos. O grande desafio de um sistema de som é justamente o de reproduzir música com tamanho realismo, que se fechássemos os olhos teríamos a impressão de estar presente a um show particular.

Uma das primeiras coisas que se deve aprender sobre equalizadores é que eles não são desenhados para fazer o sistema tocar mais alto (mais SPL). Também não fazem com que o amplificador libere mais potência do foi projetado para fazer (considerando que a unidade central possui voltagem suficiente na saída RCA para excitar o amplificador e que o controle de ganho está corretamente ajustado). O equalizador é um equipamento desenvolvido para dar suavidade na curva de reposta de freqüência de um sistema e é para essa finalidade que ele deve ser utilizado.

A NECESSIDADE DE UM EQUALIZADOR

Depois de comprar um CD player; amplificador; alto-falantes e crossovers adequados pode estar se perguntando se este conjunto, por si só, já é capaz de reproduzir som com boa qualidade... A resposta é sim. Estes equipamentos já são capazes de lhe dar um ótimo som (desde que tenham boa qualidade e sejam instalados corretamente).

Então por que comprar um equalizador ? A resposta é simples: ...

TRÊS PARÂMETROS BÁSICOS DE EQUALIZADORES

Os equalizadores possuem 3 parâmetros básicos que são:

1 - Freqüências centrais (bandas)
2 - Ganho
3 – Q

FREQÜÊNCIAS CENTRAIS OU BANDAS

As freqüências nas quais o equalizador atua diretamente com maior ...

REFORÇO E ATENUAÇÃO:

É em sua amplitude (em dB) que as freqüências centrais de cada banda são reforçadas ou atenuadas. No equalizador (B) - do exemplo anterior - temos reforço e/ou atenuação de 12dB para cada uma das 7 bandas. Veja novamente a **figura 173**. Os reforços ou atenuações devem ser utilizados unicamente para ...

"Q":

"Q" é o nome dado ao formato da curva cuja freqüência central está em seu cume (ponto máximo) no caso de ter sido reforçada; ou em seu vale (ponto mínimo) no caso de ter sido atenuada. Dependendo do valor do “Q...

OS TIPOS DE EQUALIZADORES

De acordo com a capacidade de alterar os três parâmetros há pouco citados, existem três tipos de equalizadores:

Equalizador gráfico.

Equalizador quasi-paramétrico.

Equalizador paramétrico.

EQUALIZADOR GRÁFICO

Nos equalizadores gráficos, o único parâmetro que pode ser ajustado é o ganho (reforço / atenuação). Em suas bandas as freqüências centrais e o "Q" possuem valores fixos. Correspondem à maioria dos equalizadores e podem ser encontrados desde 3 bandas até 31 bandas. O equalizador gráfico de 31 bandas é considerado por muitos como sendo o melhor para sistemas automotivos...

CALCULANDO O “Q” DE SEU EQUALIZADOR

O “Q” de um filtro pode ser calculado pela seguinte fórmula...

CAPÍTULO 14

AJUSTANDO O EQUALIZADOR COM UM RTA

Um sistema, com equipamentos cuidadosamente escolhidos e bem instalados, normalmente já apresenta ótimo equilíbrio entre graves, médios e, agudos e é provável que necessite apenas de pequenos ajustes.
É de fundamental importância que a pessoa que for fazer a regulagem possua um ouvido muito bem treinado para que possa distinguir um som com qualidade de um som ruim. A regulagem do equipamento de som é a parte que requer o maior grau de conhecimento e experiência do profissional. Além dos ouvidos (que são as ferramentas mais importantes num ajuste fino do sistema de som), é recomendável que se use um RTA. O RTA é uma excelente ferramenta que lhe permite visualizar o gráfico da curva de resposta de freqüência em tempo real (também serve para verificar amplitude relativa e nível de pressão sonora – dB_SPL). Isto lhe ajuda a identificar os problemas mais rapidamente e o ajuste do sistema (incluindo o equalizador) será feito mais rápido e da melhor maneira possível. Ao contrário do que muita gente pensa o RTA não faz o julgamento da qualidade de um som, pelo simples fato de não ser capaz de fazer julgamento subjetivo (não pode indicar, por exemplo, se um determinado som apresenta distorção, ruídos, coloração, sibilância, problemas com a imagem acústica, etc). Ele apenas mostra o gráfico da curva de resposta em tempo real e cabe ao profissional interpretar esse gráfico...

PREPARATIVOS PARA O AJUSTE DE UM EQUALIZADOR COM RTA

O teste para ajustar o som de um carro é bem simples de se fazer. É chamado de levantamento da curva de resposta do carro. Para o teste é necessário o uso de um sinal de testes que se chama RUÍDO ROSA. Este ruído é um sinal aleatório de banda larga com filtro de 6dB/8ª que oferece som com todas as

---

LEVANTANDO A CURVA DE RESPOSTA DO SOM NO INTERIOR DE UM AUTOMÓVEL

Neste ponto todos os equipamentos (sistema de som e RTA) estarão prontos para levantar a curva de resposta do sistema de som. Enquanto o equipamento continua tocando o ruído rosa, feche a porta do carro e clique no botão PEAK HOLD do RTA. Logo que as barras estabilizarem pode clicar no botão CONGELAR. Pronto, esta é a curva de resposta do som.

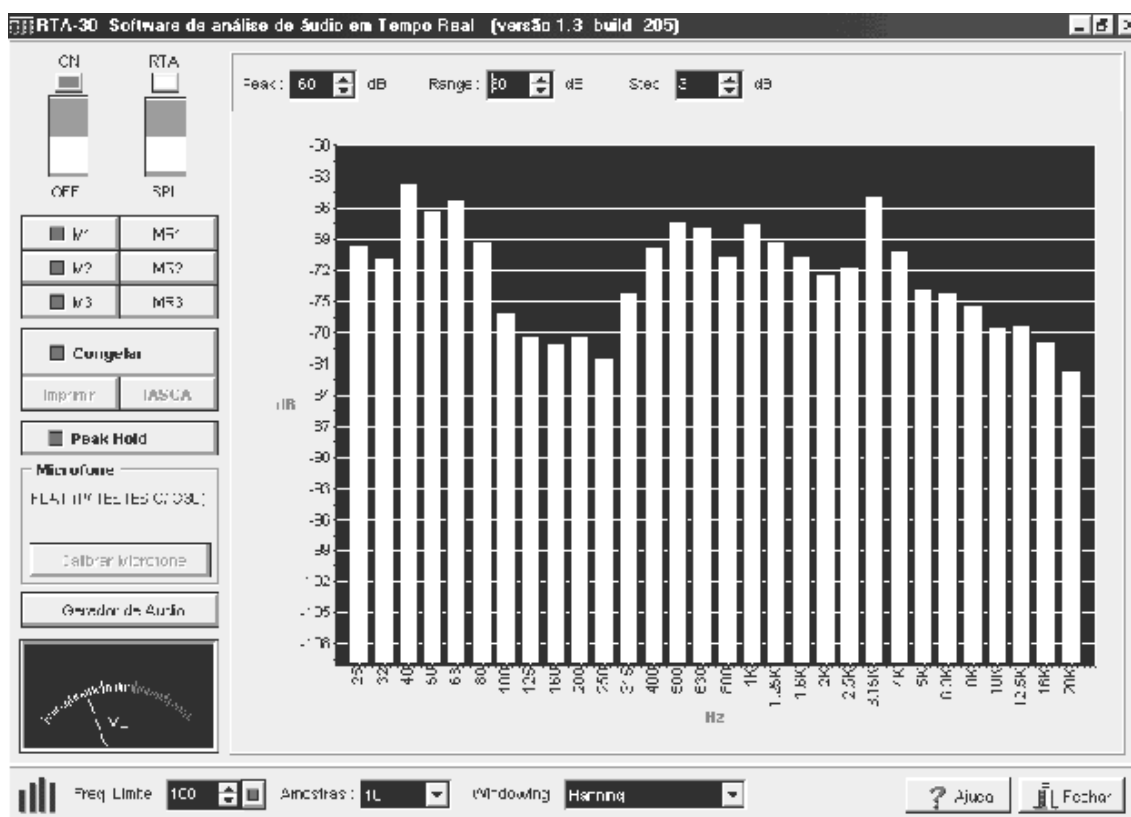
Agora que temos a curva de resposta tentaremos corrigir os eventuais problemas do sistema. Vamos supor que a curva de resposta seja igual ao que vemos na **figura 179**.

Fonte: Software RTA30

Figura 179

Ela nos mostra que há alguns problemas...

COMO OUVIR MÚSICA DENTRO DO CARRO

A melhor posição para ouvir som é colocar o banco na mesma posição usada para dirigir. Recline o banco e ponha-o com uns 110 ou 120 graus de inclinação. Depois, segurando o volante com uma das mãos, afaste o banco para trás até que seus cotovelos fiquem um pouco flexionados. Esta é a posição boa para dirigir e para ouvir som no carro. A seguir sente-se, no banco do motorista, coloque as mãos sobre as pernas (não cruze as pernas), encoste a cabeça no encosto de cabeça e olhe para a frente. Esta é a posição ideal para ouvir música sentado e é assim que deve estar quando estiver avaliando o som.

Para ajustar o som de um carro vai ter que saber avaliá-lo e para isso vai ter que

---

COMO PRODUZIR MAIS SPL DENTRO DO CARRO

Todas as informações a seguir referem-se à utilização de subwoofers dentro de carros que possuam as características originais de acabamento.

As melhores caixas para SPL são as caixas dutadas pois permitem que o projetista molde ...

COMO DESCOBRIR A FREQÜÊNCIA DE RESSONÂNCIA DE UM CARRO

Agora que já sabemos da importância da freqüência de ressonância de um carro para competidores sérios de SPL, vamos descobrir como encontrá-la, usando um RTA. O procedimento é realmente muito simples. Basta seguir a ordem descrita logo abaixo:

1 – Verifique se a bateria do carro está com boa carga.

2 – Regule corretamente os controles de ganho do amplificador para que não haja distorção. Se o amplificador possui controle de graves e/ou agudos, deixe-os na posição zero (0). Desligue o crossover do amplificador (caso ele possua crossover interno).

3 – Coloque no porta-malas do carro uma caixa selada que seja capaz de “descer” até uns 50Hz.

4 – Coloque o microfone dentro do carro na mesma posição em que se costuma medir dB_SPL nos campeonatos. Geralmente a 1” de distância (vertical e horizontal) do pára-brisas dianteiro, no lado do carona.

5 – Abra o software do RTA e calibre o equipamento de acordo com o microfone que vai utilizar. Pode usar um microfone mais sensível (com limite de uns 145dB). Você não vai medir quantos dB vai fazer, mas apenas descobrir a freqüência de ressonância do carro para valores moderados de pressão sonora, por isso não precisará aumentar muito o volume.

6 – Ligue o RTA de acordo com a **figura 177**.

7 – Verifique se a configuração do mixer de seu PC está correta.

8 – Com sistema de som e motor desligados verifique o nível dB_SPL. A seguir LIGUE o Gerador de Áudio interno do RTA na freqüência de ...

MAIS TESTES E MEDIÇÕES

COMO LEVANTAR A CURVA DE RESPOSTA DE UM AMPLIFICADOR:

Este procedimento também é muito útil para verificar como atua o crossover eletrônico do amplificador. Na verdade este teste pode ser aplicado não só em amplificadores, mas em divisores ativos; passivos; equalizadores; CD-Players, etc.

1 – Regule corretamente os controles de ganho do amplificador para que não haja distorção. Se o amplificador possui controle de graves e/ou agudos, deixe-os na posição zero (0). Desligue o crossover do amplificador (caso ele possua crossover interno).

2 – Quando iniciar o teste não há necessidade de levar o amplificador até o limite máximo de potência.

3 – Ligue o RTA e calibre o microfone.

4 – Faça as ligações do RTA de acordo com a **figura 188**.

5 – Com o amplificador DESLIGADO, ligue o RTA e ajuste o STEP para ...

COMO MEDIR dB_SPL

Em campeonatos de som automotivo onde se mede dB-SPL a figura principal é o RTA, portanto o ajuste correto desse equipamento é crucial para o bom andamento do campeonato, garantindo precisão nas medições e idoneidade da entidade. A metodologia mostrada a seguir vai lhe mostrar passo-a-passo como fazer uma medição profissional.

1 – Ligue o RTA e escolha a calibração, no software, referente ao microfone que estiver sendo utilizado.

2 – Coloque o microfone na posição correta para medição de dB-SPL (a posição para medição de alta freqüência é diferente da posição para baixa freqüência). Pode haver pequenas variações com relação ao posicionamento do mic, por isso deve-se entrar em contato com a entidade de sua preferência e pedir um gabarito. Estas pequenas variações, no entanto, não alteram significativamente os resultados das medições (desde que o microfone fique no painel do carro e a caixa no porta-malas – recomendação para baixas freqüências). No caso de veículos com sistemas de trio-elétrico o microfone deve estar no local designado pela entidade. Verifique junto a entidade que você vai participar sobre a posição exata para o microfone nas medições de trio-elétrico e de SPL de baixa freqüência.

3 – Faça as ligações do RTA de acordo com...

CAPÍTULO 15

COMO INSTALAR UM CD

Instalar um CD no painel é uma tarefa relativamente simples, mas exige um mínimo de conhecimento elétrico e um pouco de habilidade manual. Mesmo um leigo não deve se machucar neste tipo de trabalho (no máximo alguns arranhões na mão) mas existe um certo risco de causar danos ao painel se não houver um cuidado. Um fio desencapado pode provocar um belo espetáculo com muitas centelhas; fumaça e, com um pouco de azar, até um princípio de incêndio. Por isso deve-se tomar muito cuidado ao manusear fios desencapados no painel do carro.

Quase todas as unidades centrais do mercado possuem tamanho no padrão 1 DIN (altura; largura e profundidade padronizadas). Se o painel do carro possui um daqueles rádios originais enormes de padrão 2 DIN (as montadoras gostam de usar esse tamanho para deixar os botões enormes – dizem que é por causa da ergonomia... mas o gosto é duvidoso) então deve ser utilizada uma moldura de painel (de 2 DIN para 1 DIN) para que a adaptação fique com aspecto de original - e fica original mesmo !

O primeiro passo é verificar se o espaço para colocar o novo CD é do tamanho padrão deste CD. Isto pode ser feito colocando o CD próximo da abertura do painel.

Tente encaixá-lo e descobrirá imediatamente se a abertura do painel corresponde ao tamanho do CD. Caso corresponda, muito bem a instalação pode começar.

Caso contrário, compre a moldura de painel correspondente ao modelo do carro.

No nosso exemplo, a abertura do carro é de 2 DIN (isto é apenas um exemplo – muitos carros possuem abertura 1 DIN), portanto haverá necessidade da moldura de painal – veja a **figura 191**. Depois de colocada a moldura, puxe para fora os dois conectores fêmeas originais para a ligação do rádio – veja a **figura 192**. Algumas ferramentas e peças serão necessárias para garantir um serviço impecável.

Material:

- Um jogo de chaves Philips e Fenda
- Alicate de corte
- Conectores apropriados para ligar a fiação do carro
- Multímetro
- Abraçadeiras de plástico (02 tamanhos diferentes)
- Espuma (tira de espuma com 1 ou 2 cm de espessura por 50cm de comprimento).
- Cola de sapateiro (lata pequena)
- Espátula de plástico
- Ferro de solda
- Chicote com conector que se encaixa no conector original do carro – comprado em qualquer distribuidora de equipamentos de som automotivo (veja a **figura 193**).

Todo CD já vem de fábrica com uma fiação própria, chamada de chicote. No caso dos aftermarket o chicote possui um conector numa extremidade (que é o conector fêmea que se encaixa no conector macho, o qual fica na placa traseira do rádio) e na outra extremidade os fios ficam soltos.

Observe atentamente e vai perceber que não dá para conectar o chicote do CD diretamente aos dois conectores do carro, pois deveria haver na outra extremidade (do chicote do CD) dois conectores que se encaixassem nos originais do veículo. O ideal seria que o chicote dos rádios viesse com esse conector, mas infelizmente cada montadora adota um padrão diferente para a fiação dos conectores de seus carros o que inviabiliza para qualquer fabricante de CD o uso de conectores na outra extremidade do chicote (vez ou outra pode-se encontrar CD-Players com chicote e conectores que servem num determinado modelo de carro – mas isto é exceção).

Em algumas figuras há apenas um conector ao invés de dois. Isto foi feito apenas para efeitos didáticos. Na maioria dos carros há dois conectores para a ligação do sistema de som, sendo que um é destinado aos fios positivo e negativo e o outro aos fios dos alto-falantes.

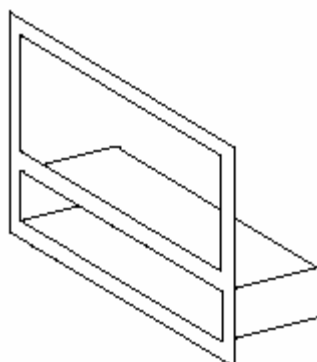



Figura 191

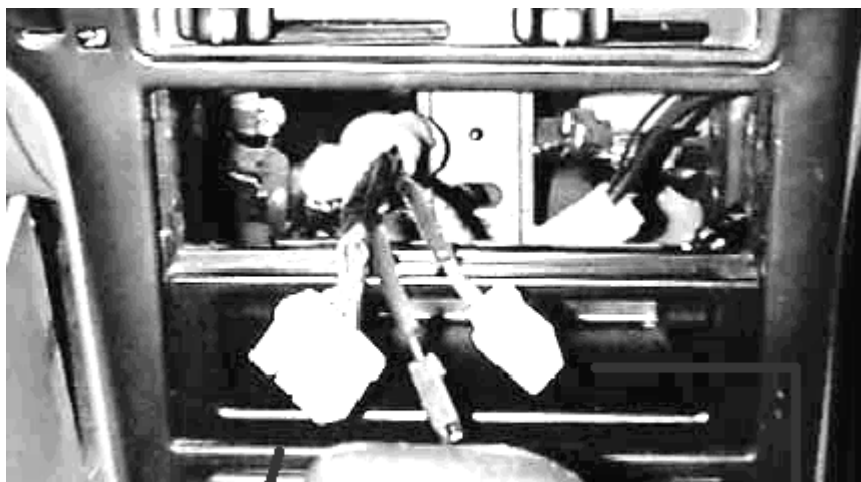
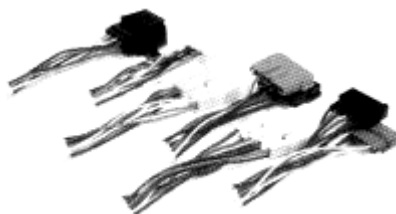



Figura 192

Figura 193

É necessário usar um relay na saída do rádio para alimentar a entrada remote do amplificador. Note que o relay da **figura 194** está ligado com conectores apropriados (e não apenas soldado e envolto com fita isolante...). Se for usar um amplificador com

entrada RCA os fios de alto-falantes, do chicote do rádio, ficam isolados (não conectados) e utiliza-se cabo RCA para o sinal de áudio. Caso o amplificador não possua entrada RCA basta utilizar um simples conector de 8 vias para interligar os fios do chicote original do veículo nos da unidade central.

Agora que já verificou a abertura do painel e as peças a serem utilizadas na instalação, certifique-se de que tem em mãos o manual de instalação do rádio para o caso de haver qualquer dúvida sobre a fiação do aparelho. Este manual pode não fazer falta para um profissional experiente que já tenha instalado dezenas de unidades centrais, mas com certeza é útil para iniciantes. Esses manuais são bem simples e não exigem muito conhecimento em eletrônica.

Nos rádios modernos podemos encontrar o seguinte:

1 - Entrada de +12V constante (direto da bateria),

2 - Entrada de +12V após a ignição (significa que aquele fio só receberá +12V depois que a chave de ignição for girada até uma certa posição),

3 - Entrada –12V (terra),

4 - Entrada +12V de...

IDENTIFICANDO OS FIOS COM UM MULTÍMETRO

Importante: Se o carro possui airbags, e se você encontrar fios com uma etiqueta colorida fixada (ou uma abraçadeira de plástico colorido)... não toque neles ! ! ! São os fios do airbag e se você cortá-los ou fizer testes com o multímetro poderá disparar acidentalmente os airbags. Além do prejuízo material (vai arrebentar o painel e volante), você pode estar com o rosto próximo demais do airbag e... bem, fraturas no crânio não combinam com instalação de som. Portanto, se houver airbags no veículo só mexa nos fios que estiverem soltos e/ou nos fios dos conectores que citei.

1 - Conecte os cabos do multimetro. O vermelho no terminal vermelho e o preto no outro terminal. Alguns multímetros possuem 3 terminais... Se este é o caso, então use o terminal vermelho e o preto, pois o terceiro terminal deve estar...

INSTALANDO UM AMPLIFICADOR

Instalar um amplificador é tão fácil quanto instalar qualquer outro equipamento.

ATENÇÃO: Ao trabalhar dentro do porta-malas de um veículo engatilhe a trava da fechadura para não correr o risco de ficar trancado. Além disso, use sempre óculos de

proteção para evitar que limalha caia no olho caso utilize uma furadeira. O óculos de proteção é indispensável, principalmente se for utilizar o ferro de solda !

Agora que vocês já estão preparados para começar, vejamos algumas regras básicas de instalação:

1 - Mantenha o amplificador em temperatura ideal de trabalho. Para isto monte o aparelho na vertical ou na horizontal, mas nunca de ponta-cabeça ! Lembre-se, também, de deixar um espaço ao redor do mesmo para que haja ventilação

2 - Prenda firmemente o amplificador.

3 - Não monte o amplificador com a carcaça encostada diretamente na lataria do carro. Use uma chapa de madeira para não permitir contato entre as duas superfícies. Fixe a chapa de madeira na lata do carro e depois parafuse o amplificador nela.

Digamos que o local escolhido tenha sido a chapa metálica do encosto do banco traseiro. Neste local, devemos parafusar a chapa de madeira e por sobre ela fixarmos o amplificador de forma que os parafusos que fixam a madeira na lata do banco e os parafusos que fixam o amplificador na madeira não aterrem a carcaça do amplificador (veja a **figura 195**).

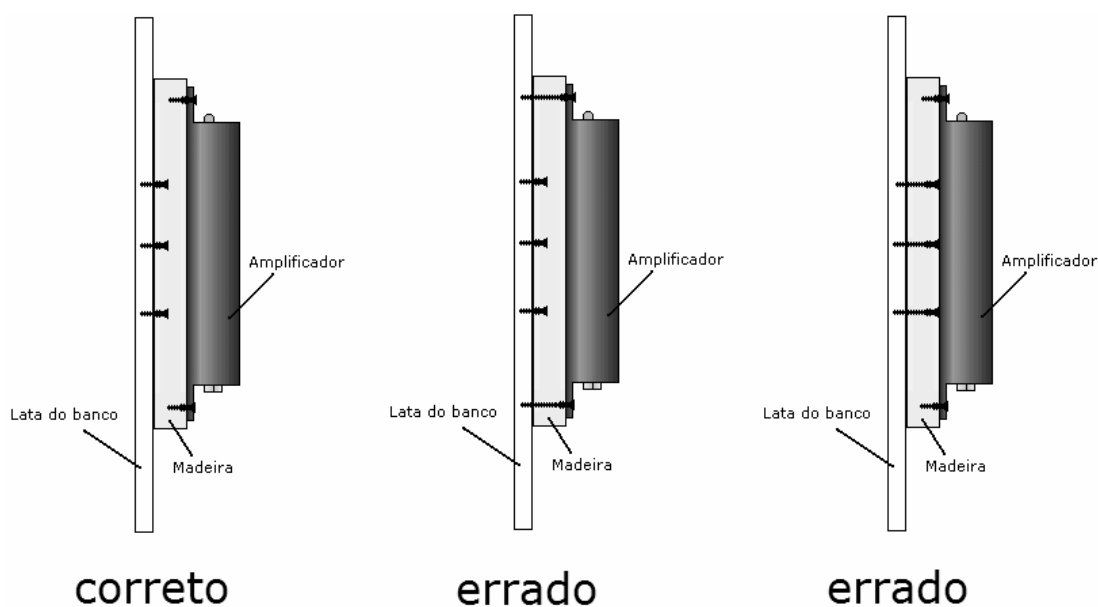



Figura 195

A fiação básica de qualquer amplificador consiste em...

VEÍCULOS COM 42 VOLTS

Uma situação bastante desagradável acontece quando compramos um bom amplificador e verificamos, posteriormente, que é necessário utilizar um cabo muito grosso para alimentar o “gigante”.

Cabos de 21 ou até 33 mm2 são comumente utilizados em sistemas de som automotivo para a alimentação de amplificadores, o que significa valor elevado e bastante trabalho para convencer o cliente de que aquilo é realmente necessário.

Isto acontece porque equipamentos de som automotivo trabalham com alta amperagem (não é raro um amplificador que consuma até 80 ampères) e baixa voltagem (12V). Conseguir potência com 12V é bem mais difícil do que com voltagens mais altas, como por exemplo 110 V, que é o que temos na maioria das residências. Estamos falando apenas do sistema de som, mas se levarmos em conta que existem dezenas de outros componentes num carro (ventiladores, vidros elétricos, aquecimento, faróis, travas, etc.) veremos que o sistema de fornecimento de energia do automóvel é bastante exigido.

De fato, os veículos atualmente estão próximos do limite de capacidade elétrica e é justamente por isso que sistemas eletrônicos avançados, tais como suspensão elétrica, freio elétrico, embreagem eletrônica, válvulas de admissão e escape eletrônicas, sistemas de som, vídeo e navegação ainda não foram incorporados, pois o carro não teria condições de alimentar isso tudo. A solução encontrada pelas indústrias é a mudança do atual sistema 12/14V para um novo padrão 36/42V. O movimento teve início na indústria norte-americana e estima-se que entre 25 a 50% dos veículos novos incorporem este novo padrão até 2010 e cerca de 90 a 100% até 2020 (na Europa e Estados Unidos). A nova arquitetura de sistema elétrico ajudará os fabricantes a instalarem sistemas que transformarão o automóvel num escritório (e talvez até num elo entre seu trabalho e sua casa). Em poucos anos será muito comum, nos automóveis, computadores conectados à Internet, GPS, DVD, celular e sistemas de informação via satélite e até frigobar. Sei que estes recursos já existem em alguns veículos especiais, mas estou dizendo que serão recursos comuns da maioria dos veículos, tal como o ar condicionado é hoje um equipamento comum (de série) até para carro 1.0.

Outros benefícios do sistema de 42 Volts incluirão a substituição de partes hidráulicas e mecânicas por partes elétricas, permitindo a redução de peso (muitos fios e transformadores vão desaparecer), melhorando a economia de combustível e abrindo caminho para sistemas de som com muito mais potência e qualidade. Unidades centrais poderão chegar facilmente a 100 Watts RMS por canal, o que dispensa o uso de amplificadores externos para sistemas até 400 Watts RMS. Isto é um aumento considerável se levarmos em conta que hoje em dia as melhores unidades centrais trabalham duro para fornecer apenas 15 Watts RMS por canal. Os alto-falantes originais terão que ser redesenhados (i.e. repensados) para suportarem estas novas unidades centrais. Assim, é bem provável que carros já saiam de fábrica com sistemas de alto-falantes bem melhores do que os atuais e até com subwoofers.

Durante alguns anos (após 2020) os veículos com este novo padrão de sistema elétrico provavelmente terão...

XXX

Este foi um trabalho árduo e exigiu considerável investimento de tempo, mas me sinto recompensado por saber que profissionais de som automotivo têm mais uma ferramenta para aprimorar seu trabalho e que consumidores e entusiastas poderão investir em equipamentos e instalações com a certeza de obter bons resultados.

Aproveito para deixar aqui meus sinceros parabéns a todos os profissionais que ajudam a desenvolver nosso mercado.

Marcello Lacerda de Almeida